



TUGAS AKHIR - TJ 141502

LIFE OF PATOGEN, 2D CASUAL GAME BERTEMAKAN MIKROORGANISME PATOGEN SEBAGAI PENGENALAN SIKLUS HIDUP BAKTERI SALMONELLA SECARA INTERAKTIF

Christoper Aditya
NRP 07211340000022

Dosen Pembimbing
Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.
Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT.

Departemen Teknik Komputer
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - TJ 141502

LIFE OF PATOGEN, 2D CASUAL GAME WITH PATOGEN MICROORGANISMED-THEMED AS AN INTERACTIVE INTRODUCTION INTO SALMONELLA BACTERIA'S LIFE CYCLE

Christoper Aditya
NRP 07211340000022

Supervisors

Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.
Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT.

Department of Computer Engineering
Faculty of Electrical Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2018

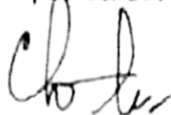
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul "*Life of Pathogen, 2D Casual Game* Bertemakan Mikroorganisme Patogen Sebagai Pengenalan Siklus Hidup Bakteri *Salmonella* Secara Interaktif" adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku

Surabaya, September 2017



Christopher Aditya
NRP 07211340000022

LEMBAR PENGESAHAN

Life Of Patogen, 2D Casual Game Bertemakan Mikroorganisme Patogen Sebagai Pengenalan Siklus Hidup Bakteri Salmonella Secara Interaktif

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
gelar Sarjana Teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh: Christoper Aditya (NRP: 07211340000022)

Tanggal Ujian : 4 Januari 2018

Periode Wisuda : Maret 2018

Disetujui oleh:

Dr. Supeno Mardi Susiki N., ST., MT.
NIP: 196906131997021003

(Pembimbing I)

Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT.
NIP: 196806011995121009

(Pembimbing II)

Prof. Dr. Ir. Yoyon K. Suprpto, M.Sc.
NIP: 195409251978031001

(Penguji I)

Eko Pramunanto, ST., MT.
NIP: 196612031994121001

(Penguji II)

Dr. Adhi Dharma Wibawa, ST., MT.
NIP: 197605052008121003

(Penguji III)

Mengetahui
Kepala Departemen Teknik Komputer

Dr. I Ketut Eddy Parnama, S.T., M.T.
NIP. 196907301995121001

ABSTRAK

Nama Mahasiswa : Christoper Aditya
Judul Tugas Akhir : Life of Patogen, 2D Casual Game Bertemakan Mikroorganisme Patogen Sebagai Pengenalan Siklus Hidup Bakteri *Salmonella* Secara Interaktif
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.
2. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT.

Biologi merupakan salah satu mata pelajaran di Sekolah Menengah Atas yang mempelajari kehidupan makhluk hidup di lingkungannya. Salah satu ranah yang dipelajari adalah kehidupan mikroorganisme yang bersifat patogen. Pembelajaran Biologi di sekolah saat ini hanya berpusat pada buku pelajaran atau *textbook*. Namun, informasi yang tersedia pada buku mengenai kehidupan mikroorganisme patogen tidaklah lengkap. Di sisi lain, Biologi menjadi salah satu mata pelajaran yang cukup sulit untuk dipelajari dikarenakan beberapa faktor eksternal seperti media pembelajaran yang kurang efektif. Terdapat beberapa media pembelajaran yang dapat menjadi solusi. Salah satunya *game*. Selain interaktif, *game* mudah digemari oleh anak usia remaja. Tugas akhir ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah aplikasi permainan berbasis Android yang bertemakan mikroorganisme patogen. Tugas akhir ini akan berfokus pada siklus hidup mikroba bakteri *Salmonella* penyebab penyakit demam tifus. *Gameplay* yang dikemas akan menerangkan secara interaktif bagaimana bakteri masuk ke dalam sistem pencernaan sampai berkembangbiak dan menginfeksi tubuh manusia.

Kata kunci : *Game* Interaktif, Mikroorganisme Patogen, *Salmonella sp.*

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Name : Christoper Aditya
Title : *Life Of Patogen, 2D Casual Game With Patogen Microorganism-Themed As An Interactive Introduction Into Salmonella Bacteria's Life Cycle*
Advisors : 1. Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.
2. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT.

Biology is one of lessons that learned in High School that study the life of living being in the environment. One of the subjects is to learn the life of the microorganism with patogen characteristic. The learning of Biology in school now only based on the textbooks that provided. However, the information which is available on the textbooks about the life of patogen microorganism is not comprehensive. On the other hand, Biology is one of difficult subject to learn because of some external factor such as uneffective learning media. There are several learning medias that can be the solution. Game is one of it. Besides much more interactive, game is popular among the teenager. This final project's purpose is to develop as Android-based game application with the theme of patogen microorganism. This final project will only focused on the life cycle of the bacteria called Salmonella which is caused the symptoms of typhoid. The gameplay will explain interactively about how the bacteria got into our digestive system until they multiply and infect human body.

Keywords: Interactive Game, Patogen Microorganism, Salmonella sp.,

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kehadiran Tuhan YME atas segala limpahan berkah, serta rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul : ***Life of Patogen, Casual Game Dengan Unsur Edukatif Sebagai Pembelajaran Siklus Hidup Bakteri Salmonella di Pelajaran Biologi.***

Tugas akhir ini disusun dalam rangka pemenuhan bidang riset di Jurusan Teknik Komputer ITS, Bidang Studi Game dan Perangkat Mobile, serta digunakan sebagai persyaratan menyelesaikan pendidikan S-1. Tugas akhir ini dapat terselesaikan tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga, Mama, Papa dan Saudara yang telah memberikan dorongan spiritual dan material serta seluruh kerabat dan kolega penulis yang banyak membantu proses dalam menyelesaikan buku penelitian ini.
2. Untuk Safitri Ayu Lestari, yang juga memberikan dorongan dan dukungan terhadap penulis selama pengerjaan buku penelitian.
3. Bapak Dr. I Ketut Eddy Purnama, S.T., M.T. selaku Kepala Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
4. Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT. dan Bapak Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT. atas bimbingan selama mengerjakan penelitian.
5. Bapak-ibu dosen pengajar Bidang Studi Game dan Perangkat mobile, atas pengajaran, bimbingan, serta perhatian yang diberikan kepada penulis selama ini.
6. Seluruh teman-teman angkatan e-53, rekan tim Agni Monkey, rekan Laboratorium Visi Komputer, dan rekan KPR GKI Emaus.

Kesempurnaan hanya milik Tuhan, untuk itu penulis memohon segenap kritik dan saran yang membangun serta menghatur maaf atas segala kekurangan yang ada dalam penulisan buku ini.

Surabaya, September 2017

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR ISTILAH	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TEORI PENUNJANG	5
2.1 Biologi	5
2.1.1 Kerangka Pemahaman	6
2.2 Mikroorganisme Patogen	6
2.2.1 Jalan Masuk Mikroorganisme ke Dalam Tubuh	7
2.3 Bakteri	7
2.4 <i>Salmonella sp.</i>	8
2.4.1 Siklus Hidup Bakteri <i>Salmonella</i>	9
2.5 Demam Tifus	10
2.6 Sistem Imunitas Tubuh	10
2.6.1 Sistem Imunitas Non-Spesifik (Bawaan)	10
2.6.2 Air Ludah Sebagai Sistem Imunitas Non-Spesifik ...	11
2.6.3 Asam Lambung Sebagai Sistem Imunitas Non-Spesifik	11
2.6.4 Enzim Pada Usus Sebagai Sistem Imunitas Non-Spesifik	12
2.6.5 Peranan Bakteri <i>E.coli</i> pada usus	12
2.7 <i>Game</i> Edukasi	12
2.8 Target Pembelajaran Aplikasi Bagi Siswa SMA	13
2.9 <i>Game Design Document</i> (GDD)	13

2.10	14
<i>Finite State Machine (FSM)</i>	14
2.10 <i>Flow Theory</i>	15
BAB 3 DESAIN SISTEM DAN IMPLEMENTASI	17
3.1 Desain Sistem	17
3.2 Perancangan Aplikasi.....	17
3.2.1 Skenario.....	18
3.2.2 <i>Game Storyboard</i>	19
3.3 Pembuatan Aset Game	29
3.4 Pembuatan Aplikasi	34
3.4.1 Gameplay dan Interaksi	34
3.4.1.1 <i>Prologue Scene</i>	36
3.4.1.2 <i>Mini-Game</i>	38
3.4.1.3 <i>Stage Selection</i>	40
3.4.1.4 Stage 1 – Mulut	40
3.4.1.5 Stage 2 – Lambung.....	43
3.4.1.6 Stage 3 – Usus	44
3.4.1.7 <i>Epilogue</i>	45
3.4.2 User Interface	46
3.4.2.1 <i>Title</i>	46
3.4.2.2 <i>Main Menu</i>	47
3.4.2.3 <i>Patogen Selection</i>	47
3.4.2.4 <i>Pause Menu</i>	48
3.4.2.5 <i>Stage Finish Panel</i>	49
3.5 FSM Actor	49
3.5.1 FSM Bakteri	49
3.5.2 FSM Musuh	51
3.6 <i>Scoring</i>	52
3.7 Tingkat Kesulitan.....	53
3.8 <i>Challenges</i>	53
3.9 Fitur Coins dan Skins.....	54
3.10 Test dan Kuesioner	56
BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISA	61
4.1 Metode Pengujian	61
4.2 Hasil Pengujian Aplikasi.....	62
4.2.1 Hasil Pengujian Performa Aplikasi.....	63
BAB 5 PENUTUP	69

5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	75
BIOGRAFI PENULIS	75

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur tubuh Bakteri[18]	8
Gambar 2.2 Ilustrasi bakteri <i>Salmonella</i> sp.[19]	9
Gambar 2.3 Contoh <i>Finite State Machine</i> [20]	14
Gambar 2.4 Flow Theory	15
Gambar 3.1 Metodologi pembuatan aplikasi “Life of Patogen”	17
Gambar 3.2 Diagram alur skenario aplikasi.	18
Gambar 3.3 Sketsa tampilan <i>Main Menu Title</i> pada aplikasi	19
Gambar 3.4 Sketsa tampilan beberapa <i>menu</i> pada aplikasi	20
Gambar 3.5 Sketsa tampilan <i>menu</i> pilihan siklus hidup mikroba patogen	20
Gambar 3.6 Sketsa tampilan <i>monolog scene</i> dimana karakter <i>Salmonella</i> menjelaskan darimana mereka berasal	21
Gambar 3.7 Sketsa tampilan runtutan monolog scene dimana karakter <i>Salmonella</i> menjelaskan asal-muasal bakteri <i>Salmonella</i> dan siklus hidup awalnya	22
Gambar 3.8 Sketsa tampilan mini game dimana pemain membuat manu- sia memakan sebanyak mungkin daging yang terkontaminasi.	22
Gambar 3.9 Sketsa tampilan <i>monolog scene</i> dimana karakter <i>Salmonella</i> menjelaskan tahapan stage dalam siklus hidupnya.....	23
Gambar 3.10 Sketsa tampilan <i>gameplay Stage 1</i>	24
Gambar 3.11 Sketsa tampilan perbedaan <i>gameplay Stage 1</i> beserta pen- jelasannya.	24
Gambar 3.12 Sketsa tampilan <i>gameplay Stage 2</i>	25
Gambar 3.13 Sketsa tampilan perbedaan <i>gameplay Stage 2</i> beserta pen- jelasannya.	25
Gambar 3.14 Sketsa tampilan <i>gameplay Stage 3</i>	26
Gambar 3.15 Sketsa tampilan perbedaan <i>gameplay Stage 3</i> beserta penjelasannya	26
Gambar 3.16 Sketsa tampilan <i>epilogue scene</i>	27
Gambar 3.17 Sketsa tampilan <i>gameplay epilogue scene</i> dimana bakteri menerobos dinding usus.....	27
Gambar 3.18 Sketsa tampilan <i>epilogue scene</i> gejala penyakit tifus	28
Gambar 3.19 Sketsa tampilan <i>multiple-ending</i>	28
Gambar 3.20 Aset gambar ilustrasi bakteri <i>Salmonella</i>	29
Gambar 3.21 Aset-aset gambar ilustrasi musuh pada permainan	30
Gambar 3.22 Aset-aset gambar yang digunakan pada <i>scene</i> judul dan <i>main menu</i>	30

Gambar 3.23 Aset-aset gambar yang digunakan pada <i>scene prologue</i> .	31
Gambar 3.24 Aset-aset gambar untuk <i>scene</i> mini-game.	32
Gambar 3.25 Aset-aset gambar untuk <i>scene</i> tahapan <i>Stage</i>	32
Gambar 3.26 Aset-aset gambar untuk <i>Stage</i> dan <i>UI</i> lainnya	33
Gambar 3.27 Aset-aset gambar untuk <i>scene Stage</i> dan <i>background</i>	33
Gambar 3.28 (a) “ <i>Jetpack Joyride</i> ” sebagai referensi <i>gameplay</i> platformer[25], (b) “ <i>Spore</i> ” sebagai referensi <i>gameplay</i> snake arcade[26]	35
Gambar 3.29 <i>Prologue scene</i>	36
Gambar 3.30 <i>Flowchart</i> interaksi pada <i>Prologue Scene</i>	37
Gambar 3.31 <i>Scene Mini-Game</i>	38
Gambar 3.32 <i>Flowchart mini-game</i>	39
Gambar 3.33 <i>Scene stage selection</i>	40
Gambar 3.34 Dialog awal dan penjelasan cara bermain <i>Stage 1</i>	41
Gambar 3.35 <i>Gameplay</i> dari <i>stage 1</i>	42
Gambar 3.36 <i>Flowchart Stage 1</i>	42
Gambar 3.37 <i>Gameplay</i> dari <i>Stage 2</i>	43
Gambar 3.38 Penjelasan cara bermain dan <i>Gameplay Stage 3</i>	44
Gambar 3.39 <i>Flowchart Stage 3</i>	45
Gambar 3.40 <i>Epilogue scene</i>	46
Gambar 3.41 Judul permainan “ <i>Life of Patogen</i> ”	46
Gambar 3.42 <i>Main menu</i> permainan “ <i>Life of Patogen</i> ”	47
Gambar 3.43 Memilih <i>gameplay</i> <i>Patogen</i> di permainan “ <i>Life of</i> <i>Patogen</i> ”	48
Gambar 3.44 <i>Menu Pause</i>	48
Gambar 3.45 <i>Panel Stage Finish</i>	49
Gambar 3.46 (a) Aktor FSM Bakteri pada <i>stage 1</i> dan 2 (b) Aktor FSM Bakteri pada <i>stage 3</i>	50
Gambar 3.47 (a) Aktor FSM Musuh pada <i>Stage 1</i> dan 2 (b) Aktor FSM Musuh pada <i>Stage 3</i>	51
Gambar 3.48 <i>Flowchart</i> sistem <i>scoring</i>	52
Gambar 3.49 <i>Flow-system</i> tingkat kesulitan tiap <i>stage</i>	53
Gambar 3.50 Fitur <i>Challenge</i> yang diakses melalui <i>scene Stage select</i>	54
Gambar 3.51 Peletakan koin pada <i>stage</i>	55
Gambar 3.52 Memilih dan membeli tampilan bakteri pada menu <i>skins</i>	55
Gambar 3.53 Sarang lebah dari faktor-faktor <i>User Experience (UX)</i> [27]	59

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 List pertanyaan <i>test</i> sebelum dan sesudah mencoba permainan “ <i>Life of Patogen</i> ”	56
Tabel 3.2 Kuesioner respon pengguna setelah mencoba aplikasi permainan “ <i>Life of Patogen</i> ”	57
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Aplikasi	63
Tabel 4.2 Persentase jawaban tes yang benar kepada 7 partisipan kategori SMA yang mencoba aplikasi permainan	63
Tabel 4.3 Persentase jawaban tes yang benar kepada 13 partisipan kategori Umum yang mencoba aplikasi permainan	64
Tabel 4.4 Persentase hasil kuesioner oleh 7 partisipan kategori SMA yang mencoba aplikasi permainan	65
Tabel 4.5 Persentase hasil kuesioner oleh 13 partisipan kategori Umum yang mencoba aplikasi permainan	65

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISTILAH

<i>GDD</i>	Game Design Document
<i>FSM</i>	Finite State Machine
<i>UI</i>	User Interface
<i>UX</i>	User Experience
<i>HP</i>	Health Points
<i>sp.</i>	Species
<i>HCl</i>	Asam Klorida (Asam Lambung)

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Biologi merupakan salah satu mata pelajaran yang diajarkan di bangku sekolah terutama di Sekolah Menengah Pertama dan Atas. Biologi adalah ilmu pengetahuan alam yang mempelajari tentang kehidupan di dunia dari segala aspek, baik itu tentang makhluk hidup, lingkungan, maupun interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungannya[1]. Salah satu materi yang dipelajari dalam Biologi adalah Mikroorganisme yang bersifat Patogen atau dapat menyebarkan penyakit. Materi ini dipelajari di semester 1 kelas 10 SMA. Macam mikroorganisme patogen adalah Bakteri, *Virus*, Jamur (*Fungi*), Protozoa, dan Cacing[2].

Pembelajaran Biologi saat ini terbatas pada informasi yang tersedia pada buku pelajaran atau *textbook* dengan materi yang diatur dalam kurikulum SMA. Namun, di dalam buku pelajaran informasi tidak cukup lengkap terutama pada bagaimana mikroorganisme itu hidup, fase-fase apa yang dilewati ketika berada di dalam tubuh.

Di sisi lain, mata pelajaran Biologi dinilai cukup sulit dipelajari. Materi yang padat menyebabkan siswa menjadi jenuh. Menurut penelitian yang meneliti tentang apakah faktor kesulitan belajar Biologi, terdapat beberapa faktor yang memengaruhi kesulitan belajar siswa yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Berdasarkan survei yang dilakukan terhadap siswa SMA mengenai kesulitan belajar Biologi, sebanyak 38,6% menyatakan metode pembelajaran yang kurang efektif dan 36,842% menyatakan sarana belajar yang kurang memadai[3]. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sarana atau media yang dapat membantu proses pembelajaran secara interaktif dan cocok bagi kalangan remaja SMA.

Saat ini banyak metode maupun media yang dapat digunakan sebagai alat bantu untuk pembelajaran materi di sekolah khususnya Biologi. Media tersebut yaitu film atau video, simulasi, praktek lapangan, dan permainan (*game*). *Game* adalah salah satu media yang selain dapat menghibur juga dapat dijadikan sarana pembelajaran. *Game* edukasi adalah *game* digital yang dirancang untuk pengayaan pendidikan (mendukung pengajaran dan pembelajaran), menggunakan teknologi multimedia interaktif[4]. Belajar sambil bermain cukup efektif karena selain interaktif, *game* cukup populer di kalangan remaja khususnya usia

SMA[5]. Kebiasaan bermain *game* yang cukup tinggi juga dapat menjadi faktor tambahan.

“*Life of Patogen*” adalah sebuah permainan *casual* yang dikembangkan di *platform* Android yang bertemakan kehidupan mikroorganisme patogen di tubuh manusia. Untuk kali ini, permainan akan berfokus pada siklus hidup bakteri *Salmonella sp.* yang merupakan mikroba patogen penyebab penyakit demam tifus. *Level* permainan dibagi menjadi beberapa *stage* sesuai urutan perjalanan bakteri di dalam tubuh yaitu mulut, lambung, hingga usus halus. Pemain akan bermain menggerakkan bakteri untuk menghindari rintangan yang ada untuk sampai ke tempat tujuan berkembangbiak. Diharapkan dengan dikembangkannya permainan “*Life of Patogen*” ini dapat memberikan solusi alternatif untuk membantu mengenalkan siklus hidup bakteri *Salmonella* di dalam tubuh manusia dengan cara yang interaktif.

1.2 Permasalahan

Penjelasan siklus hidup bakteri *Salmonella sp.* dalam biologi saat ini hanya ditemukan di buku pelajaran Biologi dan sumber-sumber dari Internet. Biologi adalah salah satu mata pelajaran yang cukup sulit karena materi yang padat serta penggunaan kata asing sebagai penamaan spesies makhluk hidup. Dibutuhkan pengembangan sarana pembelajaran yang selain interaktif juga mampu menjangkau kalangan pelajar. Sarana ini juga harus mampu menyuguhkan efek menghibur sehingga dalam mengenal kehidupan bakteri yang kompleks, pelajar tidak mudah jenuh.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan suatu aplikasi permainan yang berjudul “*Life of Patogen*” bertemakan mikroorganisme patogen dengan mengenalkan siklus hidup bakteri *Salmonella* pada *platform* Android.

Manfaat dari aplikasi adalah sebagai sarana tambahan untuk membantu memperkenalkan siklus hidup bakteri *Salmonella* secara interaktif lewat *game* kepada siswa SMA maupun kalangan umum. Siswa SMA dapat meningkatkan pengetahuan dan pemahamannya mengenai bakteri *Salmonella sp.* terutama pada siklus hidup di tubuh manusia sampai gejala penyakit yang ditimbulkan melalui *game* ini.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Aplikasi yang dikembangkan bertemakan kehidupan mikroorganisme patogen.
2. *Gameplay* yang disuguhkan yaitu siklus hidup dari bakteri *Salmonella* sp.
3. Konsep *gameplay* mengikuti alur bakteri dari masuk ke dalam sistem pencernaan sampai berkembang biak.

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian tugas akhir ini tersusun dalam sistematika dan terstruktur sehingga lebih mudah dipahami dan dipelajari oleh pembaca maupun seseorang yang hendak melanjutkan penelitian ini. Alur sistematika penulisan laporan penelitian ini yaitu :

1. Bab I Pendahuluan
Bab ini berisi uraian tentang latar belakang, permasalahan, tujuan, metodologi, dan sistematika laporan.
2. Bab II Tinjauan Pustaka
Pada bab ini berisi tentang uraian secara sistematis teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas pada tugas akhir ini. Teori-teori ini digunakan sebagai dasar dalam tugas akhir, yaitu *Salmonella* sp., game edukasi, Biologi, mikroorganisme patogen dan teori-teori penunjang lainnya.
3. Bab III Desain dan Implementasi Sistem
Bab ini berisi tentang penjelasan terkait sistem yang dibuat. Guna mendukung itu digunakanlah diagram alir, *flowchart*, dan *pseudocode* agar sistem mudah dipahami dan diimplementasikan. Selain itu dijabarkan juga konten-konten aplikasi permainan berupa *gameplay*, *UI*, *scoring*, *challenge* dan lainnya.
4. Bab IV Pengujian dan Analisa
Bab ini menjelaskan tentang pengujian yang dilakukan terhadap sistem dalam penelitian ini dan menganalisa sistem. Spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan juga disebutkan dalam bab ini. Tujuannya adalah sebagai variabel kontrol dari pengujian yang dilakukan. Selain itu disebutkan juga mengenai hasil pengujian data berupa tes dan kuesioner yang diberikan kepada para responden.

5. Bab V Penutup

Bab ini merupakan penutup yang berisi kesimpulan yang diambil dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan. Saran dan kritik yang membangun untuk pengembangan lebih lanjut juga dituliskan pada bab ini.

BAB 2

TEORI PENUNJANG

Untuk mendukung penelitian dalam tugas akhir ini, dibutuhkan beberapa teori penunjang sebagai bahan acuan dan referensi. Dengan demikian penelitian ini lebih terarah.

2.1 Biologi

Biologi adalah ilmu pengetahuan alam yang mempelajari tentang kehidupan di dunia dari segala aspek, baik itu tentang makhluk hidup, lingkungan, maupun interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Kata Biologi berasal dari bahasa Yunani, yaitu *bio* yang berarti hidup dan *logos* yang berarti ilmu pengetahuan. Sehingga kita dapat mengatakan bahwa biologi merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari dan mengkaji tentang kehidupan. Objek kajian biologi berupa benda-benda yang dapat ditangkap oleh alat indra manusia dan oleh alat bantu (contohnya mikroskop)[1].

Secara umum, kurang lebih ada sembilan bidang dalam Biologi[8], dan dibagi kembali menjadi beberapa sub-bidang antara lain.

- a. Biokimia, yang merupakan studi tentang material zat yang membentuk makhluk hidup
- b. Botani, yang merupakan studi tentang tanaman, termasuk pertanian dan agrikultur
- c. Biologi Seluler, yang merupakan studi tentang unit sel terkecil dari makhluk hidup
- d. Ekologi, yang merupakan studi tentang bagaimana suatu organisme berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya
- e. Biologi Evolusioner, yang merupakan studi tentang asal usul dan perubahan yang terjadi di pelbagai keanekaragaman kehidupan dalam selang waktu tertentu
- f. Genetik, yang merupakan studi tentang hereditas (keturunan).
- g. Biologi Molekuler, yang merupakan studi tentang molekul biologis.
- h. Fisiologi, yang merupakan studi tentang fungsi suatu organisme dan bagian fisik mereka.

- i. Zoologi, yang merupakan studi tentang hewan, termasuk perilaku hewan.

2.1.1 Kerangka Pemahaman

Semua cabang dari Biologi dapat disatukan dalam sebuah rangka yang terdiri dari lima pemahaman dasar terkait makhluk hidup. Mempelajari secara detil dari kelima ide ini memberikan daya tarik yang tak habis-habisnya dari penelitian biologi[9].

- a. Teori Sel: Ada tiga bagian dalam teori sel. Sel yang merupakan unit terkecil dari kehidupan. Semua makhluk hidup dibentuk dari sel. Dan semua sel terbentuk dari sel yang sudah ada sebelumnya.
- b. Energi: Semua makhluk hidup memerlukan energi, dan energi mengalir di antara organisme satu dengan organisme lainnya dan di antara organisme dengan lingkungan sekitarnya.
- c. Hereditas: Semua makhluk hidup memiliki sel DNA dan informasi genetik berupa kode yang terdiri dari struktur dan fungsi dari semua sel.
- d. Keseimbangan: Semua makhluk hidup harus mempertahankan homeostasis, sebuah kondisi dimana ada keseimbangan di antara organisme dan lingkungannya.
- e. Evolusi: Ini adalah konsep pemersatu secara keseluruhan dari Biologi. Evolusi adalah perubahan dari waktu ke waktu dan merupakan mesin dari keanekaragaman biologis.

2.2 Mikroorganisme Patogen

Patogen adalah organisme atau mikroorganisme yang dapat menyebabkan penyakit pada organisme lainnya[2]. Untuk dapat menyebabkan penyakit, mikroorganisme patogen harus dapat masuk ke tubuh inang, namun tidak semua pertumbuhan mikroorganisme dalam tubuh inang dapat menyebabkan penyakit. Faktor-faktor yang dapat memengaruhi mikrobiota adalah nutrisi, kebersihan seseorang, lingkungan dan penerapan prinsip-prinsip kesehatan.

Macam mikroorganisme patogen adalah Bakteri, *Virus*, Jamur (*Fungi*), *Protozoa*, dan Cacing.

2.2.1 Jalan Masuk Mikroorganisme ke Dalam Tubuh

Mikroorganisme patogen dapat memasuki tubuh inang melalui berbagai macam jalan, misalnya melalui membran mukosa, kulit, ataupun rute parental. Banyak bakteri dan virus memiliki akses memasuki tubuh inang melalui membran mukosa saluran pernafasan, gastrointestinal, saluran genitourinari, konjungtiva, serta membran penting yang menutupi bola mata dan kelopak mata.

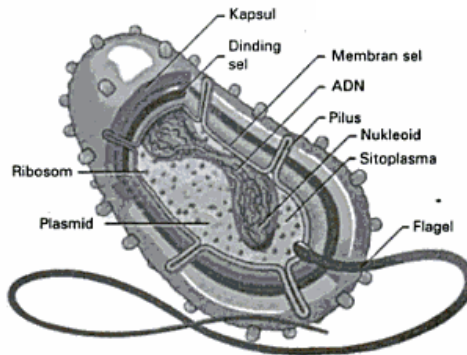
Mikroorganisme dapat memasuki saluran pencernaan melalui bahan makanan atau minuman dan melalui jari tangan yang terkontaminasi mikroorganisme patogen. Mayoritas mikroorganisme tersebut akan dihancurkan oleh asam klorida (HCl) dan enzim-enzim di lambung, atau oleh empedu dan enzim di usus halus.

2.3 Bakteri

Bakteri merupakan mikroorganisme dengan diameter rata-rata berukuran 1-5 mikron. Ada tiga bentuk dari bakteri yaitu spirila (spiral), basil (batang) , dan kokus (bulat). Selain bentuk-bentuk dasar tersebut, bakteri juga dapat berbentuk kokobasil (gabungan kokus dan basil) dan filamen. Struktur dan fungsi dasar dari bakteri adalah dinding sel, membran plasma, sitoplasma, ribosom, DNA, dan granula penyimpanan. Sedangkan struktur dan fungsi tambahannya adalah berupa bagian kapsul, flagellum, fimbria, klorosom, vakuola gas dan endospora. Bakteri bereproduksi secara aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual bakteri adalah berupa pembelahan biner, sedangkan reproduksi seksualnya berupa rekombinasi DNA. Bakteri dapat memberikan efek positif bagi kehidupan manusia, namun juga dapat memberikan efek negatif. Efek negatif yang disebabkan oleh bakteri rata-rata karena kontaminasi dari bakteri patogen.[2]

Bakteri berasal dari bahasa Latin bacterium; jamak: bacteria adalah kelompok organisme yang tidak memiliki membran inti sel. Organisme ini termasuk ke dalam domain prokariota dan berukuran sangat kecil (mikroskopis). Hal ini menyebabkan organisme ini sangat sulit untuk dideteksi, terutama sebelum ditemukannya mikroskop. Barulah setelah abad ke-19 (setelah ditemukannya mikroskop), ilmu tentang mikroorganisme terutama bakteri (bakteriologi) mulai

berkembang[7]. Gambar 2.1 menunjukkan struktur tubuh bakteri dan bagian-bagiannya.



Gambar 2.1 Struktur tubuh Bakteri [19]

2.4 *Salmonella* sp.

Salmonella sp. adalah jenis Gram negatif, berbentuk batang, tidak membentuk spora, motil (bergerak dengan flagel peritrik) serta mempunyai tipe metabolisme yang bersifat fakultatif *anaerob*. Termasuk kelompok bakteri *Enterobacteriaceae*. Ukurannya 2-4 mikrometer x 0,5 – 0,8 mikrometer. Sifat *Salmonella* antara lain; dapat bergerak, tumbuh pada suasana aerob dan anerob fakultatif, memberikan hasil positif pada reaksi fermentasi manitol dan sorbitol dan memberikan hasil negatif pada reaksi indol, DNase, *fenilalanin* deaminase, urease, *voges proskauer*, dan reaksi fermentasi sukrosa dan laktosa.

Salmonella merupakan patogen sejati dengan kata lain dimana ada *Salmonella*, pasti disana juga terdapat penyakit. *Salmonella typhi* memiliki kombinasi karakteristik yang menjadikannya patogen efektif. Mikroorganisme ini memproduksi dan mengekskresikan protein yang yang disebut “*invasin*” yang memberi jalan pada sel non-fagosit yang memiliki kemampuan hidup secara intraseluler. Selain itu, *S. typhi* juga memiliki kemampuan menghambat tekanan oksidatif leukosit, yang menjadikan sistem respons imun manusia menjadi tidak efektif.

Perkembangan bakteri *Salmonella* sp terbilang sangat cepat dan menakjubkan, setiap selnya mampu membelah diri setiap 20 menit sekali pada suhu hangat dan pada media tumbuh yang mengandung protein

tinggi. Bisa dibayangkan, satu sel bakteri bisa berkembang menjadi 90.000 hanya dalam waktu 6 jam. Bakteri ini tersebar luas di dalam tubuh hewan, terutama unggas dan babi. Lingkungan yang menjadi sumber organisme ini antara lain air, tanah, serangga, permukaan pabrik, permukaan dapur, kotoran hewan, daging mentah, daging unggas mentah, dan makanan laut mentah. *Salmonella* yang masuk ke dalam tubuh akan melalui saluran pencernaan mulai dari mulut, lambung hingga usus dimana bakteri ini akan berkembangbiak. *Salmonella typhi* merupakan bakteri yang menginfeksi manusia dan menyebabkan demam typhoid dan *Salmonella paratyphi* yang menyebabkan demam *paratyphoid*. [8] Gambar 2.2 menunjukkan ilustrasi bakteri *Salmonella sp.*



Gambar 2.2 Ilustrasi bakteri *Salmonella sp.* [20]

2.4.1 Siklus Hidup Bakteri *Salmonella*

Salmonella sp. selalu masuk melalui mulut, biasanya dengan makanan dan minuman yang terkontaminasi *Salmonella sp.* Selain itu kondisi lingkungan sekitar juga memengaruhi penyebaran bakteri ini. Tangan yang tidak dicuci sehabis menyentuh obyek yang tidak higienis dapat menjadi salah satu faktor penyebaran. Setelah masuk ke dalam tubuh manusia, sebagian kuman mati oleh asam lambung tetapi yang lolos masuk ke usus halus dan berkembang biak di *ileum*. Disini terjadi fagositosis oleh sel kelenjar getah bening yang kemudian menyebar ke aliran darah, kelenjar getah bening dan ke usus [8]. Perkembangbiakkan bakteri *Salmonella* melalui proses yang bernama konjugasi, dimana dua

bakteri akan membentuk sebuah jembatan untuk transfer materi kromosom dan plasmid. Setelah memiliki materi rekombinan tersebut, bakteri akan memisahkan diri menjadi dua sel bakteri dengan sifat baru.

2.5 Demam Tifus

Salmonella adalah penyebab utama dari penyakit yang disebarkan melalui makanan atau yang disebut *foodborne diseases*. Pada umumnya, *serotipe Salmonella* menyebabkan penyakit pada organ pencernaan. *Salmonella typhi* menyebabkan penyakit demam tifus atau biasa disebut *typhoid fever*.

Tifus dapat menular dengan cepat. Infeksi demam tifoid terjadi ketika seseorang mengonsumsi makanan atau minuman yang telah terkontaminasi sejumlah kecil tinja yang mengandung bakteri. Pada kasus yang jarang terjadi, penularan terjadi akibat terkena urine yang terinfeksi bakteri.

Gejala tifus umumnya mulai muncul satu hingga tiga minggu setelah tubuh terinfeksi dengan ciri-ciri demam tinggi, diare atau konstipasi, sakit kepala dan sakit perut. Kondisi ini dapat memburuk dalam beberapa minggu. Jika tidak segera ditangani dengan baik dapat terjadi komplikasi seperti pendarahan internal atau pecahnya sistem pencernaan (usus). Risiko komplikasi juga akan berkembang menjadi membahayakan nyawa jika situasi tersebut tidak segera ditangani dengan baik. [10]

2.6 Sistem Imunitas Tubuh

Tubuh manusia memiliki suatu sistem pertahanan terhadap benda asing dan patogen yang disebut sebagai sistem imun. Respon imun timbul karena adanya reaksi yang dikoordinasi sel-sel, molekul-molekul terhadap mikroba dan bahan lainnya. Sistem imun terdiri atas sistem imun alamiah atau non spesifik (*natural/innate/native*) dan didapat atau spesifik (*adaptive/acquired*). Baik sistem imun non spesifik maupun spesifik memiliki peran masing-masing, keduanya memiliki kelebihan dan kekurangan namun sebenarnya ke dua sistem tersebut memiliki kerja sama yang erat.[11]

2.6.1 Sistem Imunitas Non-Spesifik (Bawaan)

Imunitas bawaan merupakan sistem pertahanan yang sudah ada di dalam tubuh. Mekanisme kerja imunitas bawaan meliputi.[12]

- a. Proses fagositosis bakteri dan organisme lainnya oleh leukosit dan sel pada jaringan makrofag jaringan
- b. Penghancuran organisme yang tertelan ke dalam saluran cerna oleh asam lambung dan enzim pencernaan
- c. Daya tahan kulit terhadap invasi organisme

2.6.2 Air Ludah Sebagai Sistem Imunitas Non-Spesifik

Air ludah merupakan cairan yang dihasilkan oleh bagian mulut, dimana fungsi dari cairan tersebut adalah sebagai perisai atau pertahanan pertama dalam menjaga tubuh dari berbagai penyakit. Air ludah diproduksi oleh 3 kelenjar utama, yaitu kelenjar parotis, kelenjar sub-lingual, dan kelenjar sub-mandibula. Air ludah terutama terdiri dari air serta mengandung sejumlah enzim pencernaan. Pada saat orang mengunyah makanan air ludah akan membantu dalam proses pemecahan makanan tersebut dengan segera. Hal inilah yang menjadikan air ludah sebagai salah satu bagian penting dalam sistem pencernaan.[13]

Kandungan dalam air ludah terdapat manfaat protein seperti *prolin*, *statherin* dan *histatin* yang dapat mempengaruhi sifat kimia fosfat kalsium, pembentukan plak awal, serta infeksi *candida*. *Output* dari jumlah air ludah itu sendiri dipengaruhi oleh kenaikan maupun penurunan proses pengunyahan yang terjadi pada rongga mulut. Air ludah mengandung sekitar 99% air serta campuran ion anorganik, seperti kalsium, fosfat, natrium, kalium, klor, bikarbonat, dan magnesium. Selain itu, air ludah juga mengandung molekul organik yaitu protein sederhana seperti albumin enzim. Namun sebagian besar dari komponen organik tersebut terdiri dari sekelompok glikoprotein kompleks, mucins.[14]

2.6.3 Asam Lambung Sebagai Sistem Imunitas Non-Spesifik

Asam lambung merupakan senyawa yang memiliki rumus kimia HCl atau biasa disebut asam klorida. Kadar HCl dalam asam lambung adalah sekitar 0,5 persen dari total getah lambung. HCl berfungsi sebagai disinfektan atau pembunuh kuman serta mengubah pepsinogen menjadi

pepsin. HCl juga merangsang usus, hati, dan pankreas untuk mencerna makanan.

Asam lambung akan membunuh bibit penyakit yang masuk ke dalam tubuh bersama-sama dengan bahan makanan. Pada dinding lambung terdapat lendir yang disebut mukus yang berfungsi melindungi lambung. Namun, apabila jumlah lendir terlalu sedikit, atau sebaliknya asam lambung terlalu banyak, maka dapat terjadi luka pada dinding lambung. Gejala ini kemudian menyebabkan penyakit maag.[15]

2.6.4 Enzim Pada Usus Sebagai Sistem Imunitas Non-Spesifik

Pada usus, terdapat enzim yang berfungsi untuk membunuh sisa-sisa kuman penyakit yang masuk ke dalam usus. Kuman-kuman ini adalah sisa-sisa yang berhasil selamat dari asam lambung.[12]

2.6.5 Peranan Bakteri *E.coli* pada Usus

Bakteri *E.coli* yang berada di usus besar manusia berfungsi untuk menekan pertumbuhan bakteri jahat. Selain itu bakteri ini juga membantu dalam pembusukan sisa-sisa makanan.[12]

2.7 Game Edukasi

Permainan (*game*) dan pembelajaran menggunakan *game* telah menjadi bagian dari edukasi selama bertahun-tahun. Seiring dengan perkembangan zaman, *game* digital sekarang telah menjadi sarana pembelajaran yang baru. Game edukasi adalah *game* digital yang dirancang untuk pengayaan pendidikan (mendukung pengajaran dan pembelajaran), menggunakan teknologi multimedia interaktif.[4]

Sebuah *game* edukasi adalah permainan yang dirancang untuk melatih manusia tentang sebuah subyek dan juga dapat dipakai untuk mengembangkan keahlian. Elemen pendidikan seperti guru, pemerintah, dan orangtua menyadari akan kebutuhan psikologi dan keuntungan dari permainan. *Game* menjadi sarana interaktif yang dapat melatih kita mengenai tujuan, peraturan, adaptasi, kemampuan menyelesaikan masalah, interaksi dan semua dikemas dalam sebuah cerita. Game membuat para pemainnya berpikir, berbicara dan bertindak – mereka membiarkan pemain berperan dalam permainan.

Memainkan *game* edukasi juga membantu anak-anak untuk fokus, harga diri dan daya ingat. Dapat membuat fokus karena mereka

belajar untuk bersabar, menunggu untuk melaju ke level selanjutnya. Dapat membantu harga diri karena terkadang mereka akan mendapatkan reaksi yang lebih cepat dari sistem permainan dan mereka dapat mengukur seberapa mereka mampu untuk meraih sesuatu. Di dalam *game* terdapat beberapa tolok ukur yang dimana anak-anak sebagai pemain harus dapatkan.

Keuntungan utama dalam permainan edukasi adalah pelajar dapat mengembangkan beberapa keahlian dan subyek dalam sebuah kurikulum pembelajaran sekaligus. Anak-anak ketika memainkan *game* juga lebih cenderung termotivasi secara alami. Permainan memberi mereka kebutuhan mendasar untuk belajar dengan memberikan kesenangan, keterlibatan, struktur, motivasi, kepuasan ego, adrenalin, kreativitas, interaksi sosial dan emosi.[22]

2.8 Target Pembelajaran Aplikasi Bagi Siswa SMA

Target pembelajaran yang akan dicapai aplikasi permainan ini ditentukan dari kompetensi dasar pada buku pelajaran Biologi Kelas X SMA. Pada kurikulum tahun 2013, kompetensi dasar yang mengacu pada pembelajaran bab Mikroorganisme Patogen pada buku tersebut tertuang pada poin 3.5 yang berbunyi: “Mengidentifikasi struktur, cara hidup, reproduksi, dan peran bakteri dalam kehidupan”.[6]

Oleh karena itu dapat dibuat beberapa poin-poin sasaran yang akan dicapai melalui aplikasi permainan “*Life of Patogen*”. Poin-poin tersebut dapat dijabarkan sbb.

- a. Mengetahui struktur Bakteri *Salmonella sp.*
- b. Mengetahui siklus hidup Bakteri *Salmonella sp.*
- c. Mengetahui sistem reproduksi Bakteri *Salmonella sp.*
- d. Mengetahui peran Bakteri *Salmonella sp.*

2.9 Game Design Document (GDD)

Game Design Document (GDD) adalah dokumen yang berperan sebagai penghubung dan pusat dalam menghubungkan dan membuat daftar dari setiap aspek sebuah *game*. Dokumen ini terdiri dari deskripsi tertulis, gambar, grafik, dan daftar dari informasi yang berhubungan pada tiap segmen pengembangan, dan kadang terorganisir oleh fitur yang akan

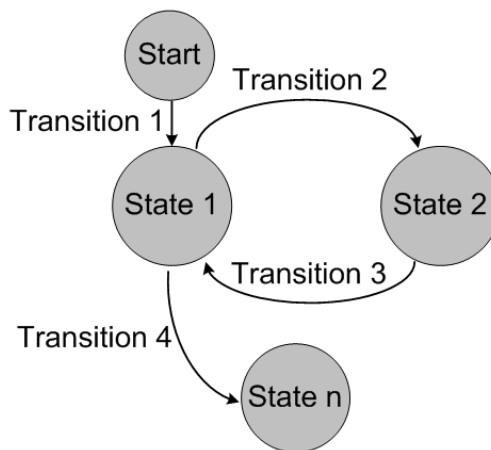
ada dalam *game*, serta dengan jelas menjabarkan bagaimana elemen-elemen tersebut dapat disatukan.

Membuat GDD akan membantu *developer* dalam memahami apa inti dari *game* dan cakupan yang terencana pada *gameplay* secara menyeluruh. Sebagai tambahan memiliki semua elemen permainan yang tersusun dalam satu dokumen yang rapi akan membantu *developer* dengan mudah menyampaikan buah pikirannya terhadap anggota tim lainnya, sekaligus membantu menentukan kelemahan dan komponen yang mungkin diperlukan di dalam *game*. [16]

Dalam menulis sebuah GDD, ada beberapa elemen yang harus diperhatikan seperti Cerita, Konsep Gambar, *Gameplay*, Aset Gambar, *Challenges*, Skrip Dialog, dan *Build Game*. [17]

2.10 Finite State Machine (FSM)

Finite State Machine adalah sebuah model komputasi yang digunakan untuk mewakili dan mengendalikan *flow* dalam sebuah *game*. FSM dapat terdiri dari satu atau lebih keadaan (*state*). Namun hanya satu keadaan saja yang dapat aktif dalam waktu yang sama, jadi sebuah mesin atau AI harus bertransisi dari satu keadaan ke keadaan lain jika ingin melakukan kegiatan yang berbeda. Gambar 2.3 menunjukkan contoh FSM.



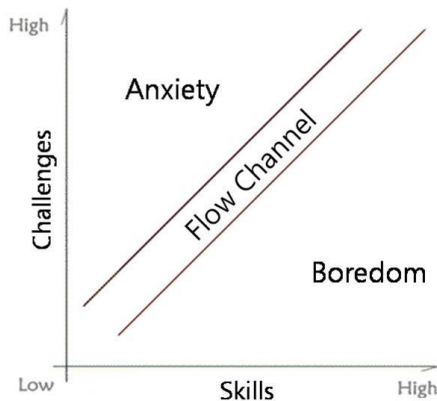
Gambar 2.3 Contoh *Finite State Machine* [21]

Penggunaannya tepat untuk mengimplementasikan AI (*artificial intelligence*) di dalam *game* dan dapat memberikan hasil yang baik tanpa *coding* yang rumit. FSM dapat dikatakan “otak” dari sebuah agen karakter yang ada di dalam *game*, setiap keadaan menunjukkan sebuah aksi atau perilaku dari agen tersebut.

Sebuah FSM dapat dipresentasikan dalam sebuah grafik, dimana kotak atau titik merupakan keadaan agen sedangkan garis penghubung merupakan transisi. Setiap garis penghubung (*edge*) mempunyai sebuah label yang menjelaskan kapan transisi itu terjadi atau kondisi apa yang memicu sebuah keadaan terjadi.[18]

2.11 Flow Theory

Menurut Mihály Csíkszentmihályi, *flow* atau aliran adalah sebuah keadaan psikologis optimal yang dialami orang saat terlibat dalam aktivitas yang sama-sama menantang tingkat keterampilan seseorang, yang terkadang mengakibatkan imersi dan fokus terkonsentrasi pada sebuah tugas. Hal ini dapat menghasilkan pembelajaran yang mendalam dan tingkat kepuasan pribadi dan kerja yang tinggi. Gambar 2.4 menunjukkan diagram dari *Flow Theory*.



Gambar 2.4 *Flow theory* [24]

Flow merupakan salah satu dari delapan keadaan mental yang dapat terjadi selama proses pembelajaran yang dijelaskan oleh Csíkszentmihályi dalam teori *Flow*-nya. Sebagai tambahan selain *flow*, keadaan mental ini terdiri dari *anxiety* (kegelisahan), *apathy* (ketakacuhan), *arousal* (gairah), *boredom* (kebosanan), *control* (kendali), *relaxation* (pemulihan), dan *worry* (kekuatiran).

Flow adalah yang paling optimal diantara keadaan pembelajaran, dimana tingkat keahlian dan tantangan dari suatu tugas berada di tingkat yang tertinggi. Ini memberikan kesempatan untuk belajar dan fokus, dimana pelajar dapat merasakan dimana mereka kehilangan banyak waktu hanya karena mereka larut dalam tugas tersebut.[23]

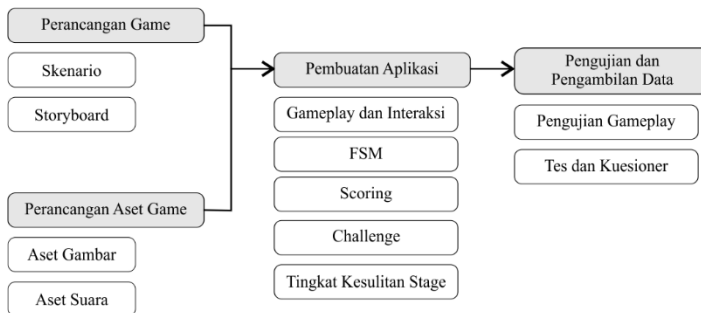
BAB 3

DESAIN SISTEM DAN IMPLEMENTASI

Penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan desain sistem berikut dengan implementasinya. Desain sistem merupakan perancangan dari aplikasi yang tersusun secara urut dan sistematis sehingga mempermudah dalam proses pengerjaan.

3.1 Desain Sistem

Tugas akhir ini bertujuan untuk membuat aplikasi “*Life of Patogen*” sebagai media hiburan dan edukasi berupa siklus hidup bakteri *Salmonella* sp pada bab Mikroorganisme Patogen di pelajaran Biologi. Pembuatan aplikasi ini dirancang untuk dimainkan pada *platform* Android. Metodologi yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Metodologi pembuatan aplikasi interaktif “*Life of Patogen*”.

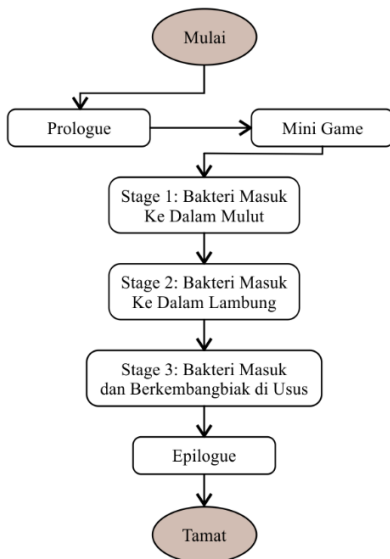
3.2 Perancangan Aplikasi

Proses pembuatan *game* edukasi “*Life of Patogen*” diawali dengan perancangan aplikasi. Perancangan aplikasi berguna untuk mendapatkan gambaran akhir dari hasil aplikasi. Perancangan juga mempermudah penulis membuat aplikasi dengan membagi proses pengerjaan

menjadi beberapa tahapan. Perancangan aplikasi game menggunakan pedoman penulisan berupa *Game Design Document (GDD)* serta target aplikasi sesuai kompetensi dasar kurikulum pembelajaran SMA yang dibahas di poin 2.8.

3.2.1 Skenario

Berdasarkan riset literatur mengenai siklus hidup bakteri *Salmonella* sp., aplikasi “*Life of Patogen*” akan berisi dengan pengetahuan umum mengenai siklus hidup bakteri yang dikemas dalam beberapa skenario *stage*. Aplikasi akan memiliki tiga *stage* pokok yaitu *Stage* Mulut, *Stage* Lambung, dan *Stage* Usus dan tambahan *prologue* untuk menjelaskan secara singkat mengenai siklus hidup bakteri *Salmonella* sp. dan penyebarannya. Tiap *stage* menggambarkan urutan perjalanan bakteri di dalam sistem pencernaan. Dari gambaran kasar ini didapatkan diagram skenario seperti pada Gambar 3.2.



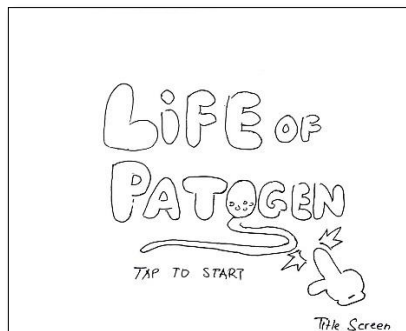
Gambar 3.2 Diagram alur skenario aplikasi.

3.2.2 Game Storyboard

Tahapan berikutnya adalah membuat desain *visual* dari rancangan *game* yang berupa *storyboard*. Secara umum *Game Storyboard* merupakan sketsa atau gambar yang tersusun secara urut dan berisi informasi rinci mengenai tahapan-tahapan dalam *game* yang akan dibuat, seperti halnya naskah pada pembuatan film. Dengan adanya *storyboard*, permainan yang akan dibuat memiliki konsep yang jelas untuk membangun plot dan struktur pada permainan.

Tujuan utama dari *game* edukasi ini yaitu sebagai sarana hiburan dan pembelajaran interaktif memperkenalkan siklus hidup bakteri *Salmonella* sp. Aplikasi menggunakan gambar dan suasana yang sesuai untuk remaja seperti kartun dan bernuansa ceria. Perlu diingat juga, aplikasi interaktif ini dijalankan pada perangkat layar sentuh sehingga perlu diperhatikan interaksi pengguna dengan permainan.

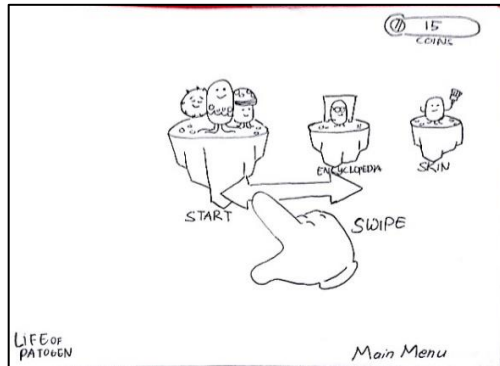
Tampilan *game storyboard* dari “*Life of Patogen*” ditunjukkan pada Gambar 3.3 hingga Gambar 3.19. *Storyboard* mula-mula dimulai dari menu *title* yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Sketsa tampilan *Main Menu Title* pada aplikasi.

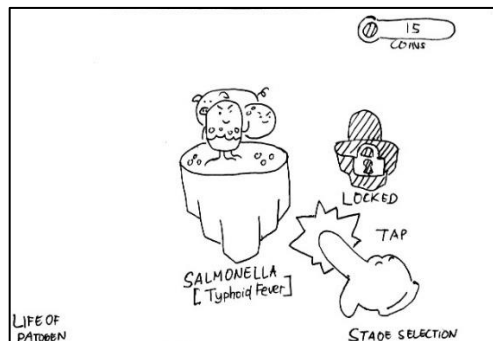
Main Menu, menampilkan judul permainan yang diiringi dengan musik latar belakang. Akan ada sebuah tulisan *tap to start*, yang mengharuskan pemain untuk melakukan *gesture tap* pada layar untuk masuk ke *Main Menu* permainan. Pada *main menu* yang ditunjukkan pada akan ada beberapa menu yang dapat diakses oleh pemain yaitu *Start Game* untuk memulai permainan, lalu *Encyclopedia* yang berisikan

informasi lengkap mengenai materi mikroorganisme patogen pada permainan “*Life of Patogen*”. Pada Gambar 3.4 ditampilkan sketsa tampilan beberapa *menu* pada aplikasi.



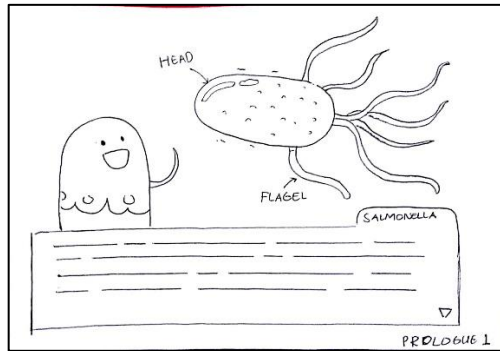
Gambar 3.4 Sketsa tampilan beberapa *menu* pada aplikasi

Pada bagian berikutnya yang ditampilkan pada Gambar 3.5 adalah tampilan ketika menu *Start Game* dipilih, akan ada beberapa *menu* yang menunjukkan nama-nama mikroba patogen. Tiap nama mewakili sebuah alur cerita dan permainan yang menunjukkan siklus hidup mikroba tersebut. Pada permainan kali ini, yang dapat dimainkan hanya siklus hidup bakteri *Salmonella* sp.



Gambar 3.5 Sketsa tampilan *menu* pilihan siklus hidup mikroba patogen

Setelah memilih *menu* bakteri *Salmonella* sp., permainan memasuki tahap *prologue*, dimana akan dijelaskan berbagai informasi mengenai struktur tubuh dan darimana *Salmonella* berasal, siklus sebelum memasuki tubuh manusia. Bagian ini akan dijelaskan oleh karakter *Salmonella* itu sendiri. Sketsa tampak pada Gambar 3.6 menerangkan struktur tubuh *Salmonella*.

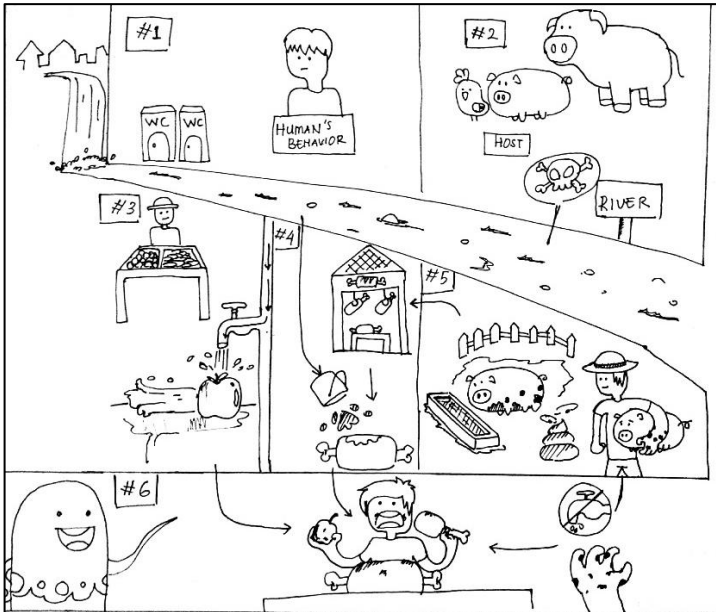


Gambar 3.6 Sketsa tampilan *monolog scene* dimana karakter *Salmonella* menjelaskan struktur tubuh bakteri *Salmonella*

Seperti yang disinggung pada poin 2.4, bakteri *Salmonella* memiliki struktur tubuh yang berbentuk batang dan memiliki banyak *flagel* di sekeliling tubuhnya untuk bergerak.

Pada Gambar 3.7 terdiri dari beberapa bagian cerita yang menjelaskan bagaimana peredaran bakteri *Salmonella* dari lingkungan hingga masuk ke dalam sistem pencernaan manusia. Faktor utama ditunjukkan pada bagian 1 yaitu kebiasaan hidup manusia itu sendiri yang kurang higienis. Manusia yang hidup di sepanjang sungai membuang limbah kotoran ke sungai sehingga terkontaminasi oleh bakteri tersebut. Faktor selanjutnya ditunjukkan pada bagian 2 dimana bakteri berasal dari inang yaitu ternak-ternak yang digembalakan di sepanjang sungai dan tercemar lingkungan sekitarnya. Pada bagian 3, penyebaran terjadi lewat makanan yang terkontaminasi, dalam hal ini, sebuah pasar yang terletak di dekat sungai menggunakan air sungai yang terkontaminasi untuk mencuci sayur dan buah-buahan. Sama halnya dengan bagian 3, pada bagian 4, daging mentah yang dijual tukang daging juga dicuci dengan air yang didapatkan dari sungai. Daging-daging tersebut didapatkan dari peternakan babi yang tidak jauh dari pasar tersebut ditunjukkan pada

bagian 5. Berikut merupakan Gambar 3.7 yang menerangkan bagaimana peredaran bakteri sebelum memasuki tubuh manusia.



Gambar 3.7 Sketsa tampilan runtutan *monolog scene* dimana karakter *Salmonella* menjelaskan asal-muasal bakteri *Salmonella* dan siklus hidup awalnya

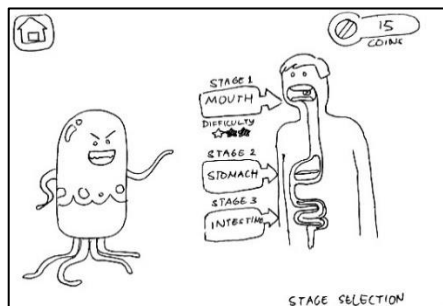
Babi yang cenderung hidup di lingkungan kotor, ditambah pakan yang mungkin tercemar juga oleh air sungai dan sekitarnya menambah kemungkinan terjadinya pencemaran. Pada bagian akhir yaitu bagian 6, manusia memakan semua bahan makanan yang disinggung dalam bagian-bagian sebelumnya. Makanan ini tidak dicuci kembali maupun diolah secara matang. Mengonsumsi makanan tanpa mencuci tangan terlebih dahulu menambah kemungkinan masuknya bakteri ke dalam tubuh manusia.

Selanjutnya, terdapat sebuah *mini-game* singkat yang ditunjukkan dalam sketsa Gambar 3.8.



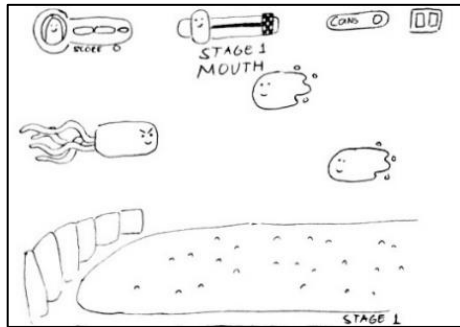
Gambar 3.8 Sketsa tampilan *mini game* dimana pemain membuat manusia memakan sebanyak mungkin daging yang terkontaminasi

Permainan dilanjutkan dengan sebuah *mini-game*, dimana pemain akan membuat karakter manusia memakan sebanyak mungkin daging yang terkontaminasi dalam batas waktu yang ditentukan. Pemain melakukan *gesture tap* pada layar untuk memakan daging. Permainan berakhir seiring dengan habisnya waktu yang diberikan, selain itu akan ada tampilan berapa jumlah *tap* yang berhasil diberikan. Setelah *mini-game*, karakter Salmonella akan menjelaskan tahapan *stage* yang harus dilalui oleh pemain untuk menyelesaikan siklus hidup bakteri Salmonella. Mulai dari mulut, lambung, hingga ke usus. Sketsa tampak pada Gambar 3.8.



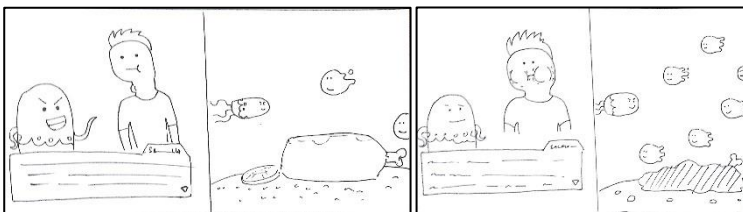
Gambar 3.9 Sketsa tampilan *monolog scene* dimana karakter Salmonella menjelaskan tahapan *stage* dalam siklus hidupnya

Pemain akan memulai pada *Stage 1*, dimana bakteri mulai memasuki organ tubuh manusia yaitu mulut. *Gameplay* pada *Stage 1* akan mengadopsi mekanisme *gameplay* pada permainan *platformer* seperti Flappy Bird. Bakteri akan digerakkan pemain untuk mencapai ujung akhir *stage*. Akan ada musuh berupa air liur (*saliva*) yang dijelaskan pada awal *stage*. Sketsa *gameplay* pada *stage 1* ditunjukkan pada Gambar 3.10.



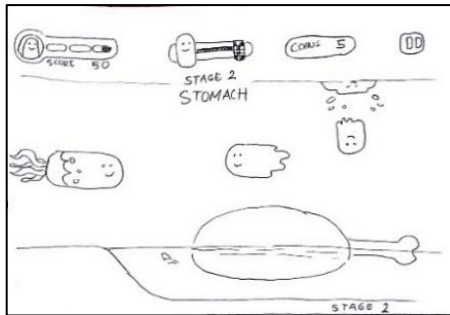
Gambar 3.10 Sketsa tampilan *gameplay* *Stage 1*

Pada *Stage 1*, dibuat menjadi dua bagian terpisah dimana perbedaan terletak pada jumlah musuh dan ilustrasi dimana pada bagian musuh yang sedikit dikarenakan manusia tidak banyak mengunyah makanan sehingga jumlah air liur yang dihasilkan sedikit. Dan sebaliknya pada bagian musuh yang banyak dikarenakan manusia banyak mengunyah makanan sehingga jumlah air liur yang dihasilkan lebih banyak. Visualisasi latar belakang bagian yang sedikit musuhnya makanan yang tidak dikunyah dengan baik dan sebaliknya. Variasi *gameplay* pada *Stage 1* ini dijelaskan dengan sketsa pada Gambar 3.11.



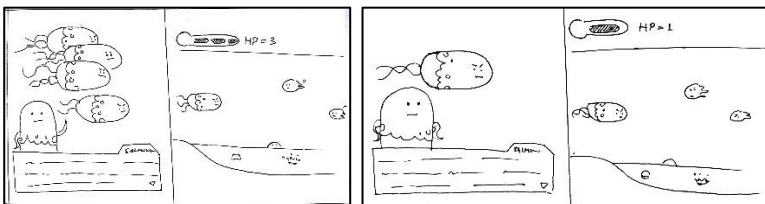
Gambar 3.11 Sketsa tampilan perbedaan *gameplay* *Stage 1* beserta penjelasannya

Selanjutnya masuk ke *Stage 2*, dimana bakteri memasuki lambung. *Gameplay* masih sama seperti *Stage 1*. Perbedaannya bakteri akan menghadapi musuh lain yaitu asam lambung (*HCl*) dengan penjelasan awal seperti *stage* sebelumnya. Gambar 3.12 menunjukkan *gameplay* pada *Stage 2*.



Gambar 3.12 Sketsa tampilan *gameplay* *Stage 2*

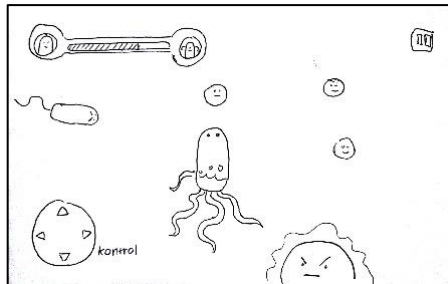
Dalam *Stage 2*, terdapat dua bagian dimana perbedaannya kesulitan terletak pada banyaknya bakteri yang berhasil masuk ke dalam lambung. Apabila jumlah bakteri banyak, maka dalam *Stage* jumlah *Health Bar* (*HP*) juga banyak. Sebaliknya di bagian berikutnya jumlah bakteri sedikit maka *HP* yang diberikan juga sedikit. Gambar 3.13 menjelaskan variasi *Stage 2*.



Gambar 3.13 Sketsa tampilan perbedaan *gameplay* *Stage 2* beserta penjelasannya

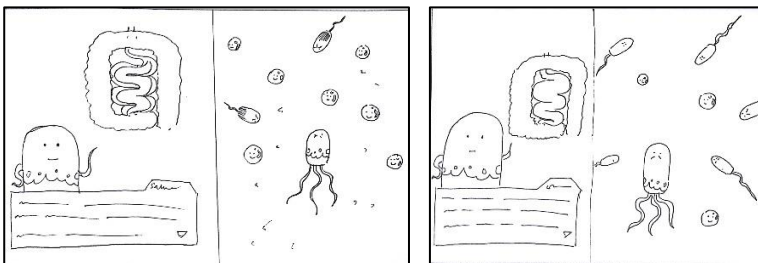
Selanjutnya masuk dalam *Stage 3* dimana bakteri memasuki bagian usus. Model *gameplay* berubah menjadi seperti *snake-arcade* dimana bakteri digerakkan oleh pemain untuk mencari objek sebagai

makanan yang digunakan untuk bertumbuh. Dalam hal ini adalah zat protein. Pemain menggerakkan bakteri menggunakan kontrol 8-*direction*. Disini bakteri memiliki musuh yaitu enzim pada usus dan bakteri *e.coli*. Hal ini dijelaskan seperti biasa di awal stage. Sketsa tampilan *Gameplay Stage 3* ditunjukkan dalam Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Sketsa tampilan *gameplay Stage 3*

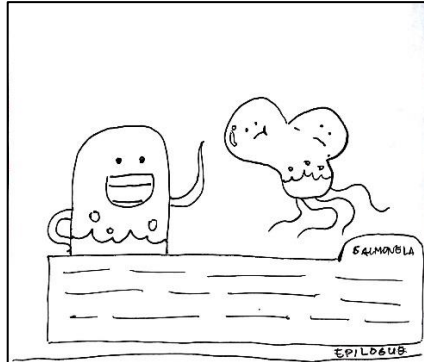
Variasi yang dapat dimainkan *Stage 3* terletak pada bagian usus yang dilewati, terbagi menjadi dua bagian yaitu usus halus dan usus besar. Pada usus halus terjadi penyerapan zat-zat makanan yaitu Protein dan Karbohidrat. Sehingga zat-zat protein yang dibutuhkan untuk tumbuh masih tersedia cukup banyak di dalam *stage*. Ketika bakteri memasuki usus besar, terjadi penyerapan cairan dan zat-zat protein hanya tersisa sedikit. Gambar 3.15 menjelaskan variasi bermain di *Stage 3*.



Gambar 3.15 Sketsa tampilan perbedaan *gameplay Stage 3* beserta penjelasannya

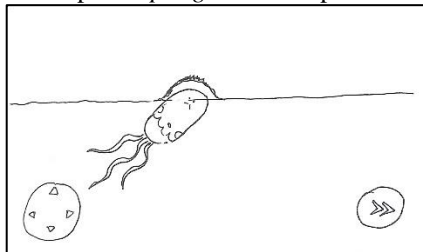
Permainan diakhiri dengan sebuah *epilogue* dimana bakteri yang berhasil bertahan hidup akan berkembangbiak di usus dengan cara

membelah diri. Proses pembelahan diri terjadi secara konjugasi. Sketsa visualisasi dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16 Sketsa tampilan *epilogue scene*

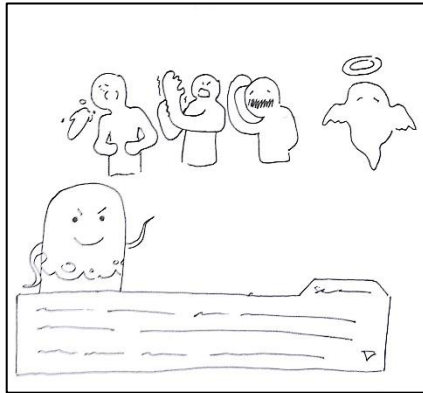
Setelah bakteri berhasil berkembangbiak, saatnya bakteri akan mencoba keluar dari usus untuk menjangkiti tubuh manusia. Terlebih dahulu, bakteri akan memakan dinding sel usus dan mengakibatkan gejala awal penyakit tifus yaitu komplikasi pada dinding usus. Pada bagian ini, menggunakan kontrol yang sama seperti sebelumnya, bakteri akan bergerak menggerogoti dinding usus. Sketsa tampilan *gameplay* tambahan ini termasuk pada *Epilogue* terlihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17 Sketsa tampilan *gameplay Epilogue Scene* dimana bakteri menerobos dinding usus

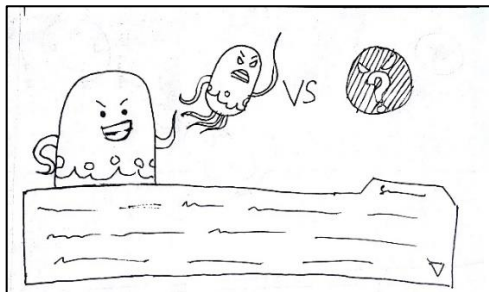
Pada bagian terakhir setelah berhasil keluar dari dinding usus, bakteri akan langsung menyerang bagian-bagian organ lainnya mengakibatkan gejala demam tifus lainnya yaitu mual, kehilangan nafsu makan, dan diare karena bakteri menyerang usus dan perut. Beberapa

kasus bakteri menyerang daerah peredaran darah sehingga menyebabkan demam dan sakit kepala. Dan apabila tidak ditangani dengan segera mengakibatkan kematian. Gejala-gejala di atas dinyatakan dalam visualisasi animasi yang ditunjukkan pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18 Sketsa tampilan *epilogue scene* gejala penyakit tifus

Permainan ini dapat diarahkan ke *multiple-ending*. Penutup yang berbeda. Dimana pemain dapat memilih apabila penanganan tifus dilakukan maka *gameplay* dapat ditambahkan ketika bakteri *Salmonella* akan melawan antibiotik yang diberikan kepada tubuh manusia. Berhasil atau tidaknya perlawanan bakteri juga dapat dibuat *gameplay* yang lebih luas lagi. Ilustrasi gambaran *scene multiple-ending* ini ditunjukkan pada Gambar 3.19

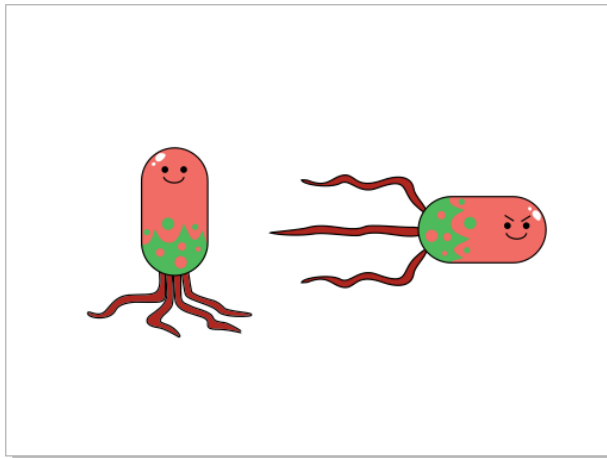


Gambar 3.19 Sketsa tampilan *multiple-ending*

3.3 Pembuatan Aset Game

Tahapan selanjutnya dalam pembuatan *game* edukasi ini setelah *game storyboard* adalah pembuatan dan pengumpulan aset. Aset-aset yang digunakan dalam permainan mencakup aset gambar dan aset suara.

Aset-aset gambar digunakan untuk membuat tampilan UI (*User Interface*) dan *sprites* yang digunakan sebagai objek-objek pada permainan. Untuk aset gambar, penulis menggambar sendiri semua aset. Penjabaran aset – aset gambar ditampilkan pada Gambar 3.20 hingga Gambar 3.27. Pada Gambar 3.20 ditunjukkan visualisasi desain karakter untuk bakteri *Salmonella sp.*

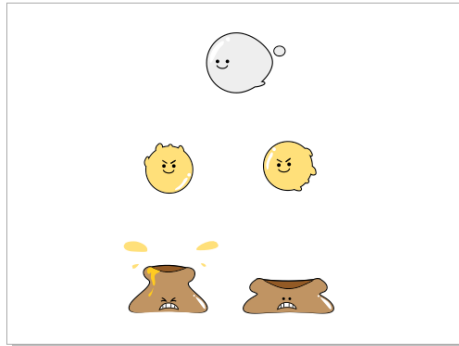


Gambar 3.20 Aset gambar ilustrasi bakteri *Salmonella*.

Aset gambar yang ditampilkan adalah ilustrasi gambar yang penulis desain untuk menggambarkan bentuk mikroba patogen dalam *game* “*Life of Patogen*”.

Beberapa ilustrasi seperti bakteri *Salmonella sp.* dibuat menyerupai bentuk mikroskopis asli dari bakteri tersebut di alam seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. Struktur tubuh bakteri *Salmonella sp.* terdiri dari kepala dan *flagel* dan pada desain yang sudah dibuat kedua unsur tersebut dapat terlihat. Selain itu ditambahkan unsur kartun seperti mata dan mulut untuk membuat karakter menjadi lebih menarik. Hal ini dimaksudkan untuk menyuguhkan sisi imersif dari *game* serta

memberikan unsur edukatif mengenai struktur tubuh bakteri *Salmonella sp.* Untuk visualisasi desain karakter musuh ditunjukkan pada Gambar 3.21.



Gambar 3.21 Aset-aset gambar ilustrasi musuh pada permainan

Pada Gambar 3.12 merupakan desain yang menunjukkan ilustrasi musuh yang terdapat pada stage. Musuh-musuh yang terdapat pada permainan adalah sistem imun tubuh berupa air liur yang terdapat di mulut dan asam lambung yang terdapat pada lambung. Karakter didesain sedemikian rupa agar mengikuti tema kartun yang terdapat pada game. Dengan tujuan yang sama seperti yang dijabarkan pada desain karakter *Salmonella sp.* Untuk desain aset gambar yang digunakan pada *scene* judul dan *main menu* dapat dilihat pada Gambar 3.22.



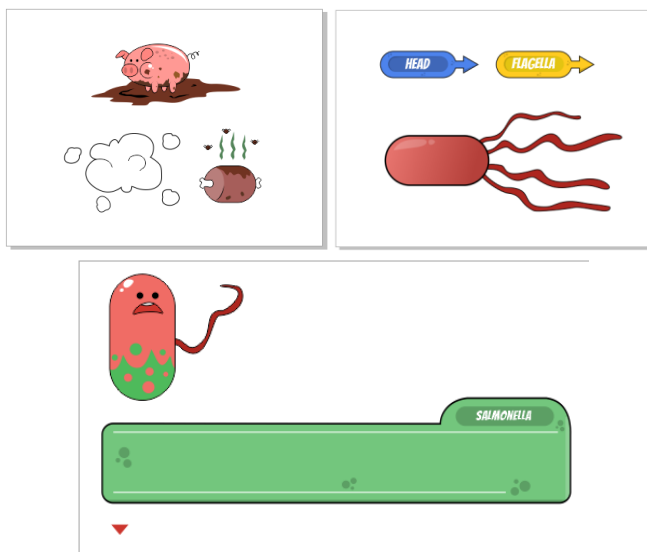
Gambar 3.22 Aset-aset gambar yang digunakan pada *scene* judul dan *main menu*

Pada Gambar 3.22 ditunjukkan aset-aset gambar yang terdapat pada *scene* judul dan *main menu*. Judul didesain mengikuti tema dari game yaitu mikroba patogen dengan huruf “O” yang dibuat menyerupai ilustrasi seekor bakteri.

Untuk aset-aset yang lain yaitu *Start Game*, *Encyclopedia* dan *Skins* dibuat sedemikian rupa agar berfungsi sebagai sebuah tombol untuk menampilkan fitur selanjutnya sesuai dengan fungsi tombol tersebut. *Start Game* untuk masuk ke *gameplay* permainan. *Encyclopedia* untuk menampilkan informasi-informasi unik seputar dunia mikroba patogen. *Skins* untuk melihat dan mengubah tampilan karakter dalam game, tampilan dapat dibeli dengan *Coins* yang didapatkan dari *stage*.

Aset berikutnya adalah aset tombol yang dapat dilihat setelah menu *Start Game* dipilih. Tombol-tombol ini menampilkan nama mikroba patogen yang akan dimainkan beserta jenis penyakit yang diakibatkan oleh mikroba tersebut. Untuk aset lainnya berupa tombol yang dikunci untuk menunjukkan bahwa *game* ini dapat dikembangkan ke siklus hidup mikroba lainnya.

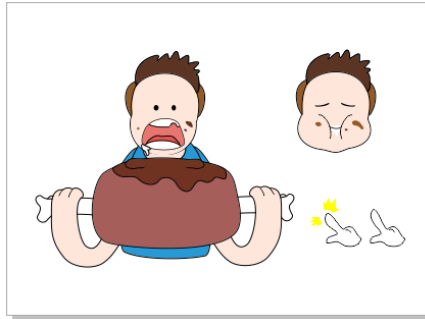
Untuk aset gambar yang digunakan pada *scene Prologue* ditunjukkan pada Gambar 3.23.



Gambar 3.23 Aset-aset gambar yang digunakan pada *scene prologue*

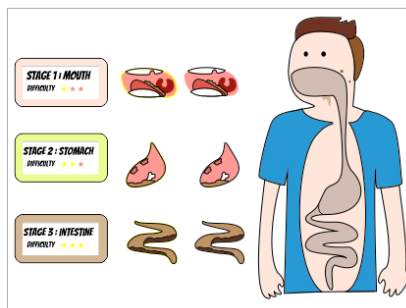
Gambar 3.23 menunjukkan aset yang didesain untuk mengisi *Prologue*. *Prologue* adalah bagian *scene* dimana bentuk bakteri dan asal-usul dijelaskan. Pada bagian ini aset terdiri dari ilustrasi bentuk bakteri asli beserta penjelasannya, lalu gambar seekor babi dan daging yang mentah, dan kotak dialog.

Selanjutnya untuk aset yang digunakan untuk *scene* Mini-game dapat dilihat pada Gambar 3.24.



Gambar 3.24 Aset-aset gambar untuk *scene* mini-game

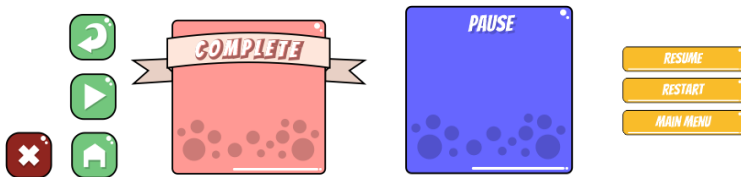
Aset ini dibuat untuk *scene* *Mini-game*, dimana akan ada manusia yang memakan daging mentah tersebut. Sprite kepala manusia terdiri dari dua macam, mulut terbuka dan menutup untuk animasi memakan daging. Dan terdapat aset gambar tangan dengan *gesture tap* untuk memberi arahan kepada pemain. Pada Gambar 3.25 ditunjukkan aset-aset gambar yang digunakan untuk *Scene Selection*.



Gambar 3.25 Aset-aset gambar untuk *scene* tahapan *Stage*

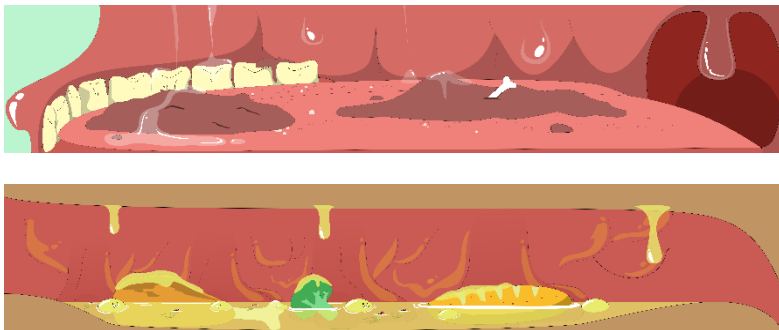
Pada Gambar 3.25 adalah aset-aset gambar untuk *scene* yang menjelaskan tahapan-tahapan *stage* yang akan dimainkan oleh pemain. Terdiri dari *sprite* gambar manusia dan bagian-bagian organ tubuh seperti mulut, lambung, dan usus. Pada *sprite* organ tubuh terdiri dari dua macam, yaitu dengan dan tanpa *highlight* untuk membedakan tombol yang diseleksi dengan yang tidak diseleksi. Dan ada gambar kotak penjelasan mengenai *stage* dan kesulitannya.

Aset-aset yang digunakan untuk *User Interface* (UI) ditampilkan pada Gambar 3.26.



Gambar 3.26 Aset-aset gambar untuk *Stage* dan *UI* lainnya

Pada Gambar 3.26 adalah aset-aset gambar yang digunakan untuk *user interface* pada permainan “*Life of Patogen*”. UI terdiri dari UI *in-stage*, UI *stage complete*, dan UI *pause menu* Selanjutnya ditampilkan aset yang dipakai untuk *Stage* pada Gambar 3.18.



Gambar 3.27 Aset-aset gambar untuk *scene Stage* dan *background*

Pada Gambar 3.27 merupakan aset gambar yang didesain untuk latar baik pada *main menu* maupun *stage*. Pada latar main menu disediakan tiga macam latar yang nantinya akan muncul secara acak. Lalu

untuk latar pada *stage* didesain sedemikian rupa agar mengikuti suasana pada organ tubuh manusia seperti mulut dan lambung. Latar dibuat dengan mengikuti resolusi layar 16:9.

Untuk aset suara dan musik, penulis menggunakan aset-aset gratis yang dapat ditemukan di situs-situs penyedia *sound effect* dan musik. Situs yang menjadi bahan pencarian aset suara untuk *game* ini adalah freesoundeffects.com, zapsplat.com, soundbible.com.

3.4 Pembuatan Aplikasi (Prototype)

Untuk tugas akhir kali ini, penulis menyelesaikan aplikasi permainan dalam bentuk *prototype*, artinya masih dalam tahap pengembangan. Berbagai *gameplay* yang sudah ada di skenario dan *storyboard* belum ada di *prototype* ini. Fitur-fitur dan *gameplay* yang sudah berhasil diselesaikan dijelaskan dalam bagian 3.4 ini.

Pembuatan aplikasi “*Life of Patogen*” terbagi menjadi beberapa proses meliputi pembuatan sistem interaksi dan desain *gameplay* lalu diikuti dengan pembuatan UI (*User Interface*). Selain itu juga FSM dirancang beserta tantangan (*challenges*), *scoring* serta tingkat kesulitan dari *game* ini.

Unsur-unsur edukatif menjadi fokus pembuatan aplikasi ini meliputi jalan cerita yang menggambarkan siklus hidup bakteri *Salmonella sp.* di lingkungan aslinya dan dikemas dalam bentuk interaktif dan menyenangkan sehingga dapat menjangkau target audiens.

3.4.1 Gameplay dan Interaksi

Gameplay aplikasi “*Life of Patogen*” untuk stage siklus hidup *Salmonella* terdiri dari dua buah permainan, yaitu mode *platformer* dan *snake arcade*, dengan pembagian sbb.; *stage* 1 dan 2 memakai mode *platformer* lalu *stage* 3 memakai mode *snake arcade*.

Pada *stage* 1 dan 2 *game* “*Life of Patogen*”, pemain akan menggerakkan bakteri menghindari musuh-musuh yang menyerang. Pada mode *platformer*, pemain akan menggerakkan bakteri ke arah kanan layar. Pada *stage* 3, pemain akan memasuki mode *gameplay snake arcade* dimana mengharuskan bakteri untuk mencari makanan yang dibutuhkan untuk berkembangbiak sambil menghindari musuh yang ada.

Sebagai referensi untuk contoh *game* yang memakai *gameplay* yang sama dijelaskan dalam Gambar 3.28.



(a)



(b)

Gambar 3.28 (a) “Jetpack Joyride” sebagai referensi *gameplay platformer*[25],
(b) “Spore” sebagai referensi *gameplay snake arcade*[26]

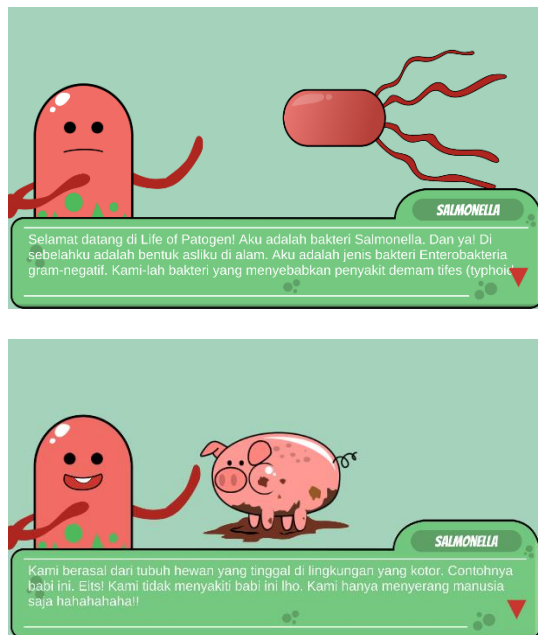
Sebelum memasuki stage 1, terdapat sebuah *scene* yang mengenalkan bakteri *Salmonella sp.* dan asal-usulnya, dinamakan *prologue*. Setelah selesai menjalani *prologue*, pemain akan memainkan sebuah *mini-game*. Dan ada sebuah *scene* setelah *mini-game*, yang berisikan informasi mengenai *stage-stage* yang akan dijalankan sekaligus tantangan pada *stage-stage* tersebut. Setelah Stage 3 berhasil diselesaikan maka akan ada sebuah *scene* bernama *epilogue* yang menceritakan bakteri yang berhasil ber-kembangbiak dan menjangkiti tubuh manusia.

Perancangan tampilan *gameplay* dan sistem pada game “Life of Patogen” dibagi menurut urutan *scene-scene* pokok yaitu *Prologue scene*, *Mini Game*, *Stage Selection*, *Stage 1*, *Stage 2*, *Stage 3*, dan *Epilogue scene*.

3.4.1.1 Prologue Scene

Scene setelah *Main Menu* adalah *scene Prologue*, dimana akan ada sebuah cerita singkat yang dibawakan oleh karakter bakteri *Salmonella sp.* Rangkaian cerita tersebut terdiri dari struktur tubuh bakteri, penyakit yang ditimbulkan dan asal-usul bakteri sebelum memasuki tubuh manusia.

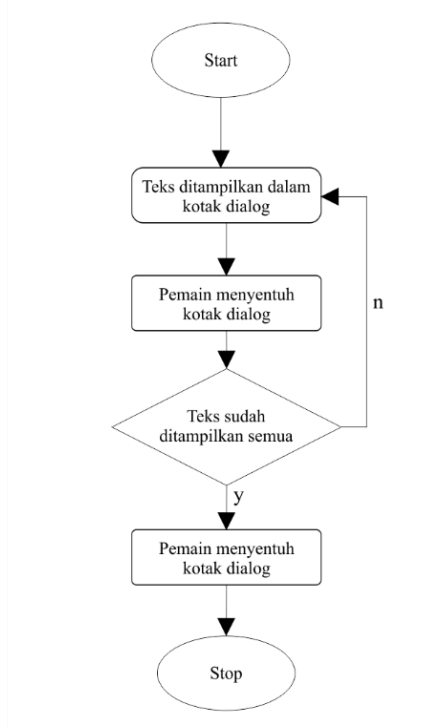
Diawali dengan struktur tubuh bakteri, karakter *Salmonella* akan menjelaskan terdiri dari kepala/badan dan *flagella*. Disamping penjelasan akan ada gambar seekor bakteri yang dianimasikan bergerak lengkap dengan sebuah kotak penunjuk yang berisikan informasi bagian tubuh. Kotak ini akan menunjuk bagian tubuh bakteri yang sesuai dengan informasinya. Gambar 3.29 menunjukkan tahapan *prologue scene* dari awal hingga akhir.



Gambar 3.29 *Prologue scene*

Penjelasan mengenai penyakit yang ditimbulkan juga ada pada bagian ini. Bagian selanjutnya adalah penjelasan mengenai asal-usul bakteri ini yaitu dari hewan inang. Kali ini ditampilkan berasal dari seekor babi. Ketika babi disembelih dan dimasak, daging tidak dimasak secara matang mengakibatkan koloni bakteri selamat. Disini ditampilkan gambar daging yang terlihat mentah lengkap dengan alat-alat yang mengerubunginya.

Peran pemain pada *scene* ini hanya memperhatikan informasi yang disediakan berupa teks dalam kotak dialog dan animasi gambar, lalu menekan kotak apabila teks sudah ditampilkan semua untuk masuk ke dialog berikutnya. Pada bagian ini juga disugahi dengan musik latar belakang dan efek suara yang mendukung animasi *scene Prologue*. *Flowchart* dari *Prologue Scene* ditunjukkan pada Gambar 3.30.

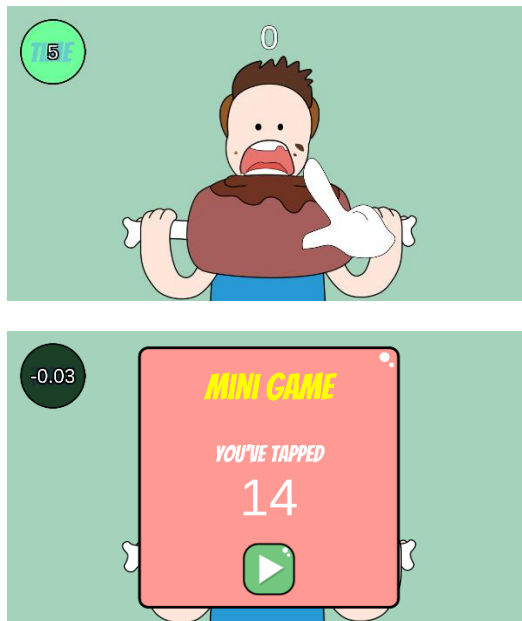


Gambar 3.30 *Flowchart* interaksi pada *Prologue Scene*

Pada program, kotak dialog seluruhnya menjadi area sentuh bagi pemain. Pilihan desain ini bertujuan untuk memudahkan pemain melanjutkan cerita dan informasi yang disampaikan oleh aplikasi tanpa harus dengan tepat menyentuh suatu area kecil saja. Program akan menyediakan ruang untuk mengisi teks yang ditampilkan pada kotak dialog. Teks pada tiap slot akan ditampilkan dalam satu kotak dialog, sehingga slot berikutnya akan menggantikan teks yang ditampilkan sebelumnya.

3.4.1.2 Mini-Game

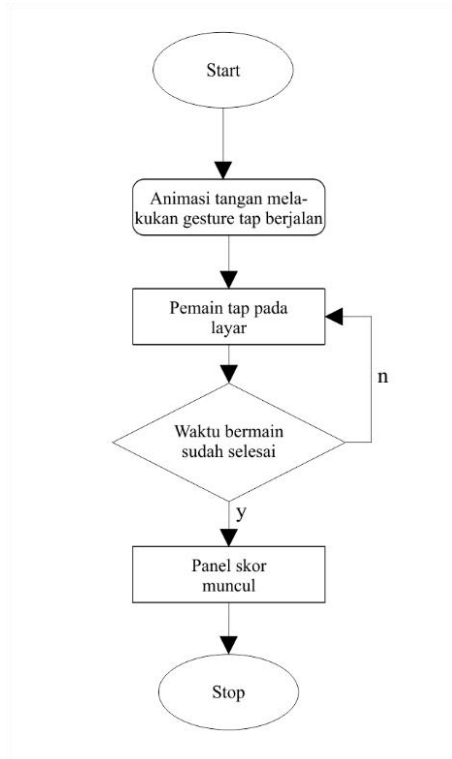
Setelah *Prologue* selesai, pemain akan dibawa pada *scene* selanjutnya yaitu memainkan sebuah *mini-game*. *Mini-game* adalah sebuah permainan kecil yang merupakan selingan dalam sebuah *game* dan biasanya mudah dan sederhana untuk dimainkan. Gambar 3.31 menunjukkan *scene* Mini-Game.



Gambar 3.31 *Scene Mini-Game*

Pada *mini-game* ini pemain akan bermain sebagai manusia yang akan menyantap daging mentah yang terkontaminasi bakteri *Salmonella* dari *scene Prologue* sebelumnya. Cara bermainnya cukup mudah. Pemain cukup melakukan *tap* pada layar. Tujuan bermain adalah *tap* sebanyak-banyaknya dalam waktu yang sudah ditentukan yaitu 5 (lima) detik. Waktu terletak pada pojok kiri atas layar.

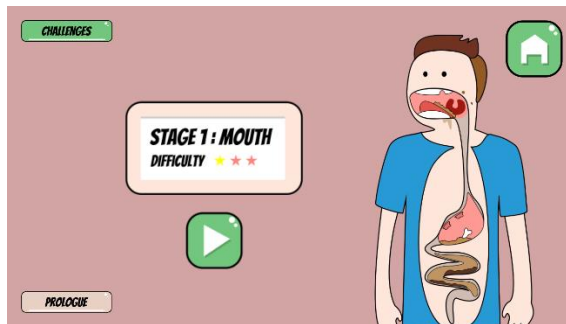
Setelah waktu habis, akan muncul sebuah panel yang menunjukkan berapa banyak *tap* yang berhasil pemain lakukan dalam batas waktu yang sudah disediakan. Karena sifat *mini-game* yang hanya selingan, maka tidak ada kondisi dimana pemain kalah. Penjelasan mengenai *Flowchart mini-game* ditunjukkan pada Gambar 3.32.



Gambar 3.32 Flowchart *mini-game*

3.4.1.3 Stage Selection

Berikutnya memasuki *scene* dimana terdapat *stage-stage* yang akan dimainkan oleh pemain dalam siklus hidup bakteri *Salmonella sp.* *Stage-stage* ini digambarkan dalam sebuah aset gambar manusia lengkap dengan bagian-bagian organ tubuhnya. Terdapat 3 buah *stage* yang merupakan perjalanan masuk bakteri di dalam tubuh manusia yaitu Mulut, Lambung, dan Usus. Pemain dapat melihat informasi berupa tingkat kesulitan *stage* pada kotak yang terdapat di sebelah manusia tersebut. Pemain juga dapat menekan gambar organ-organ lain yang menjadi *stage* untuk melihat informasi tingkat kesulitannya. Pada Gambar 3.33 menampilkan *scene* pada *stage selection*.



Gambar 3.33 Scene stage selection

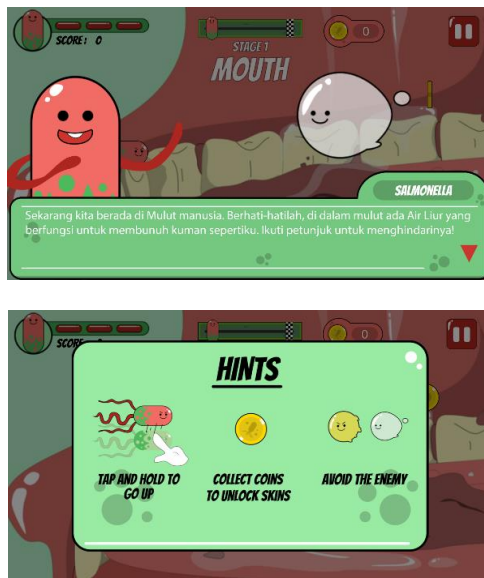
Selain informasi mengenai *stage*, juga terdapat tombol *Prologue* untuk kembali kepada *scene Prologue*, apabila pemain ingin melihat kembali informasi yang disuguhkan pada *scene* tersebut. Letak tombol berada pada pojok kiri bawah. Lalu ada tombol *Challenges*, yang berisikan tantangan yang diberikan kepada pemain ketika memainkan *stage*. Bagian ini akan dijelaskan lebih lengkap pada bagian *Challenges*. Dan yang terakhir terdapat tombol *Main Menu* untuk kembali ke menu utama.

3.4.1.4 Stage 1 – Mulut

Pada *Stage 1*, pemain akan masuk dalam *gameplay* pada permainan *platformer*. Pemain akan menggerakkan karakter bakteri *Salmonella sp.* menghindari musuh untuk maju ke *stage* berikutnya. Pada

Stage 1, bakteri memasuki mulut. Sehingga latar *stage* dibuat sedemikian rupa bertemakan suasana di dalam mulut. Berdasarkan studi literatur yang sudah dilakukan, bakteri yang masuk ke dalam mulut akan coba dilawan oleh air liur. Maka, musuh yang akan dihadapi dalam *stage* ini adalah air liur. Musuh akan di-*spawn* dalam rentang waktu yang ditentukan dan dalam posisi yang berbeda.

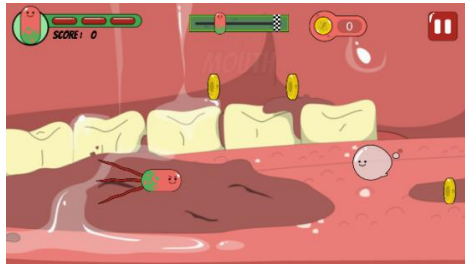
Sebelum memainkan *stage*, terlebih dahulu karakter *Salmonella* akan menjelaskan mengenai tempat dan musuh yang akan dihadapi. Kemudian akan ada sebuah penjelasan tentang bagaimana cara bermain di *stage* ini dalam bentuk gambar panel berisikan instruksi-instruksi singkat. Dialog dan instruksi dapat dilihat di Gambar 3.34.



Gambar 3.34 Dialog awal dan penjelasan cara bermain *Stage 1*

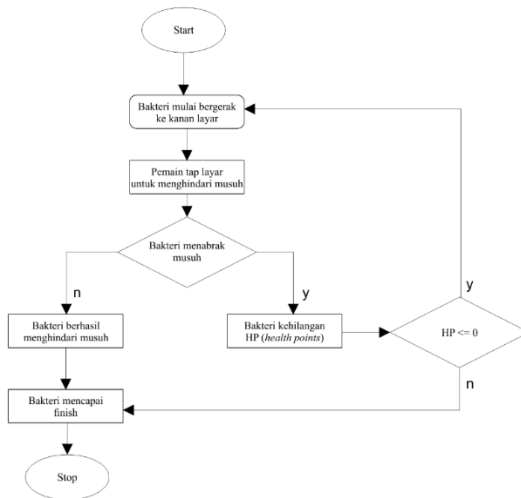
Untuk menggerakkan bakteri menghindari musuh, pemain dapat menekan dan menahan layar. Bakteri akan bergerak naik ke atas ketika hal ini dilakukan. Jika jari dilepas dari layar maka bakteri akan bergerak turun.

Gambar 3.35 menampilkan *gameplay* dari *stage 1* dimana bakteri memasuki mulut.



Gambar 3.35 *Gameplay* dari *stage 1*

Dalam *stage*, pemain akan diberikan 3 HP (*health points*). Jika HP habis maka pemain akan mengulang kembali dari awal *stage*. HP akan berkurang apabila bakteri menabrak musuh. Kerusakan yang mempengaruhi HP tergantung pada musuh, semakin tinggi *stage* maka akan semakin banyak HP yang akan berkurang. Untuk air liur *damage* yang dihasilkan adalah setengah batang HP. Penjelasan Flowchart untuk *stage 1* dapat dilihat di Gambar 3.36.



Gambar 3.36 Flowchart *Stage 1*

3.4.1.5 Stage 2 – Lambung

Gameplay pada *stage 2* sama dengan *stage 1*. Yang membedakan adalah jenis musuh yang dihadapi dan latar tempat. Kali ini, bakteri sampai pada lambung dengan latar yang menyesuaikan dengan kondisi lambung. Musuh yang dihadapi adalah asam lambung, yang menurut studi literatur juga berfungsi sebagai pembunuh kuman penyakit yang efektif. Hal ini dipertegas dengan gambar pada latar dimana banyak bakteri *Salmonella* yang mati di lambung. Seperti biasa akan ada penjelasan terlebih dahulu mengenai musuh yang akan dihadapi di *stage* ini.

Pada Gambar 3.37 menampilkan penjelasan awal dan *gameplay* dari Stage 2.



Gambar 3.37 *Gameplay* dari Stage 2

Musuh pada *stage 2* terbagi menjadi 2 macam, yang di-spawn dari atas dan samping kanan. Asam lambung yang datang dari kanan layar dapat bergerak naik turun tidak seperti musuh pada *stage 1* yang bergerak lurus ke depan. Kerusakan yang dihasilkan pada HP bakteri juga lebih besar yaitu 1 batang HP.

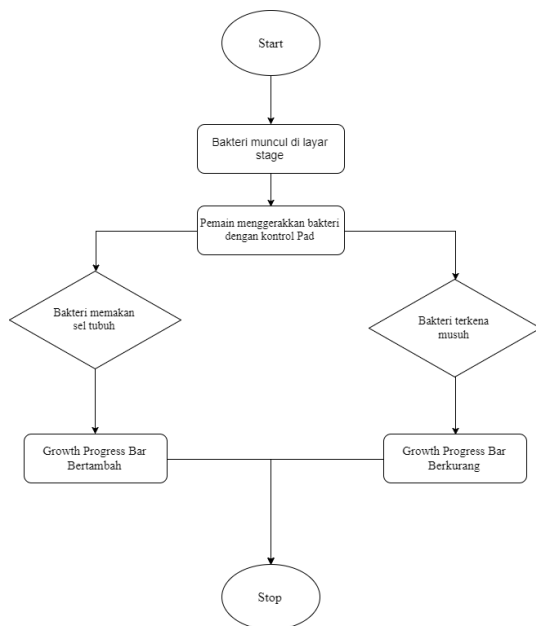
3.4.1.6 Stage 3 – Usus

Pada *Stage 3*, pemain akan memainkan mode permainan *snake arcade*. Pemain akan menggerakkan bakteri menggunakan kontrol 8-*direction* untuk memakan sel tubuh sekaligus menghindari serangan dari musuh. Musuh-musuh yang tersedia di usus ada Enzim Usus dan bakteri lain yaitu *E.coli*. Sel tubuh yang dimakan diperlukan oleh bakteri *Salmonella* untuk berkembangbiak. Gambar 3.38 menunjukkan penjelasan dan *gameplay* dari *stage 3*.



Gambar 3.38 Penjelasan cara bermain dan *Gameplay Stage 3*

Ketika memakan sel tubuh, *progress bar* akan bertambah. *Progress bar* adalah indikator yang menunjukkan seberapa pertumbuhan bakteri saat ini. Ketika bar sudah penuh maka *stage* akan berhasil diselesaikan oleh pemain. Sebaliknya, apabila musuh menabrak pemain, *progress bar* akan berkurang. *Flowchart Stage 3* dijelaskan pada Gambar 3.39.

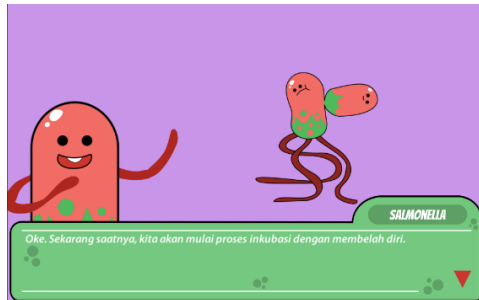


Gambar 3.39 *Flowchart Stage 3*

3.4.1.7 Epilogue

Setelah *Stage 3* selesai dimainkan, maka *scene* selanjutnya adalah *Epilogue* dimana cerita berlanjut pada bakteri yang berhasil bertahan berkembangbiak dengan cara membelah diri dan menginfeksi tubuh manusia sehingga mengakibatkan berbagai gejala yang timbul pada penyakit tifus. Seperti halnya pada *Prologue*, pada *scene* ini terdapat *monologue* dari bakteri *Salmonella*. Proses pembelahan diri ini ditunjukkan dengan animasi. Begitu juga dengan gejala-gejala penyakit

yang ditimbulkan. Gambar 3.40 menunjukkan *scene* pada *Epilogue* yaitu bakteri yang berkembangbiak dengan cara membelah diri.



Gambar 3.40 *Epilogue scene*

3.4.2 User Interface

Interaksi antar-muka atau yang biasa disebut UI dalam game “*Life of Patogen*” dibagi menjadi *Title*, *Main Menu*, *Patogen Selection*, *Pause Menu*, *Stage Finish Panel*.

3.4.2.1 Title

Title atau judul aplikasi diletakkan di awal ketika aplikasi dijalankan. Gambar 3.41 menunjukkan tampilan *title menu* pada permainan.



Gambar 3.41 Judul permainan “*Life of Patogen*”

3.4.2.2 Main Menu

Menu selanjutnya adalah *main menu*. Pada menu ini menampilkan beberapa menu yang dapat diakses oleh pemain yaitu *Start Game* untuk memulai permainan, *Encyclopedia* untuk membuka ensiklopedia yang berisikan informasi seputar dunia bakteri, *Skins* untuk melihat dan mengganti tampilan bakteri ketika bermain pada *stage*. Untuk navigasi antar menu, pemain dapat melakukan *gesture swipe* pada layar. Untuk memilih menu yang akan diakses, pemain dapat menekan menu tersebut. Selain menu-menu diatas, pada *main menu* juga terdapat tampilan UI dimana informasi koin yang pemain punya dan dapatkan ditampilkan. Untuk menu *Encyclopedia* dan *Skins* akan dijelaskan secara terperinci di sub-bab berikutnya. Gambar 3.42 menunjukkan tampilan *main menu* pada permainan.



Gambar 3.42 Main menu permainan “Life of Patogen”

3.4.2.3 Patogen Selection

Menu selanjutnya adalah menu yang terlihat apabila menu *Start Game* dipilih yaitu menu *Patogen Selection*. Pada menu ini dapat memilih *gameplay* dari beberapa mikroorganisme patogen yang ada. Aplikasi “Life of Patogen” memiliki konsep mengenalkan siklus hidup mikroba patogen dengan *gameplay* yang menarik. Namun untuk tugas akhir kali ini, penulis hanya fokus pada satu *gameplay* yaitu siklus hidup bakteri *Salmonella sp.* Sehingga pada tampilan menu ini yang dapat dilihat hanyalah menu *Salmonella sp.* Untuk menu *gameplay* lainnya yang masih kosong disimbolkan dengan gambar aplikasi yang terkunci.

Gambar 3.43 menampilkan *scene Patogen Selection* pada permainan dimana pemain memilih *gameplay* mikroba patogen yang akan dimainkan.



Gambar 3.43 Memilih *gameplay* Patogen di permainan “*Life of Patogen*”

3.4.2.3 Pause Menu

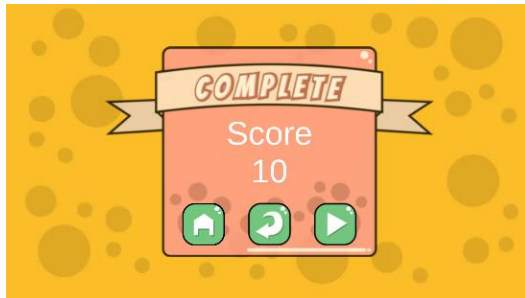
Dalam *stage* terdapat *Pause Menu* yang digunakan untuk menghentikan sementara *gameplay* untuk beristirahat sejenak atau dapat digunakan untuk berbagai tujuan. *Pause* dapat digunakan untuk mengulang kembali *stage*, kembali ke menu *stage selection*, dan kembali memainkan *stage*. *Pause* dapat diakses dengan menekan tombol yang terletak di pojok kanan atas layar. Gambar 3.44 menunjukkan tampilan pada *pause menu*.



Gambar 3.44 Menu *Pause*

3.4.2.4 Stage Finish Panel

Setiap selesai menyelesaikan *stage*, akan ada sebuah panel yang menunjukkan *score* dan bernavigasi ke menu lainnya. Menu-menu yang dinavigasi adalah *restart* (mengulangi *stage*), *next* (maju ke *stage* berikutnya), dan *home* (untuk ke menu *stage selection*). Gambar 3.45 menunjukkan tampilan ketika *stage finish* muncul. Latar belakang akan menyesuaikan dengan latar belakang yang terdapat pada *main menu*.



Gambar 3.45 Panel *Stage Finish*

3.5 FSM Actor

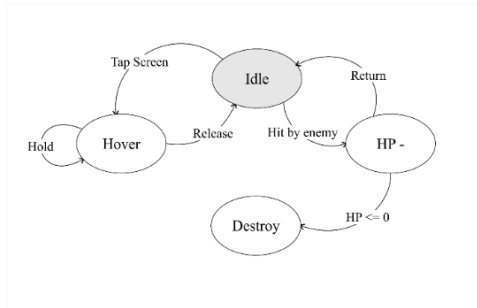
Permainan “*Life of Patogen*” menggunakan FSM (*finite state machine*) untuk menentukan sifat dan perlakuan karakter di dalam permainan. FSM terbagi menjadi dua, yaitu FSM karakter bakteri dan FSM musuh.

3.5.1 FSM Bakteri

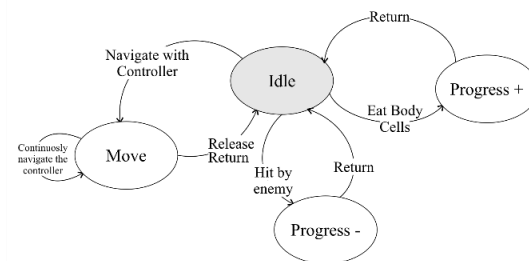
FSM Bakteri dibagi menjadi dua, yaitu FSM pada mode *platformer* pada *stage 1* dan *2* lalu FSM pada mode *stage 3*. Bakteri pada *stage 1* dan *2* dimulai dalam keadaan *idle*, Keadaan berikutnya disebut *hover* atau melayang. Keadaan ini membuat bakteri bergerak naik ke atas. Pada transisi dari *idle* ke *hover*, pemain harus menekan layar. Keadaan *hover* akan terjadi terus menerus ketika layar menahan tekanan pada layar. Transisi kembali dari *hover* ke *idle*, ketika pemain melepas tekanan pada layar.

Keadaan yang lain yaitu HP- adalah ketika bakteri kehilangan HP. Keadaan ini terjadi ketika transisi yaitu bakteri menabrak musuh terjadi. Ketika $HP \leq 0$, terjadi keadaan *destroy*, yaitu bakteri mati.

Untuk FSM pada *Stage 3* juga dimulai dari keadaan *idle*. Keadaan selanjutnya yaitu *move* dimana bakteri bergerak. Untuk bergerak, maka yang harus dilakukan oleh pemain yaitu menggerakkan dengan *controller*. Keadaan *move* akan berlangsung terus selama pemain menggerakkan bakteri dengan *controller*. Kondisi *Progress +* terjadi apabila pemain memakan sel tubuh. Sebaliknya kondisi *Progress -* terjadi apabila pemain ditabrak oleh musuh. FSM Bakteri dapat dilihat di Gambar 3.46.



(a)

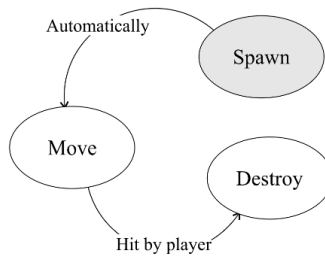


(b)

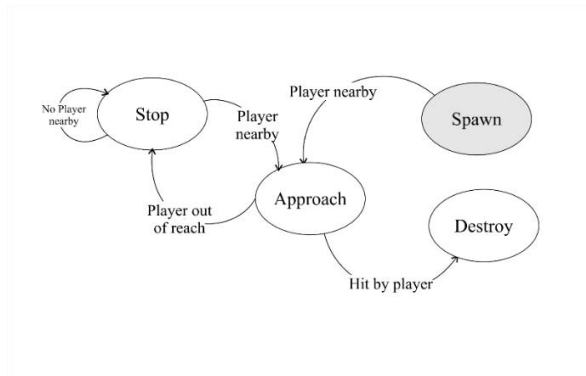
Gambar 3.46 (a) Aktor FSM Bakteri pada *stage 1* dan (b) Aktor FSM Bakteri pada *stage 3*

3.5.2 FSM Musuh

Sama halnya dengan FSM Bakteri, FSM Musuh juga dibagi menjadi 2 sesuai dengan mode permainan. Musuh pada *stage* 1 dan 2 berada pada kondisi awal yaitu *spawn*. Musuh *dispawn* dalam posisi yang ditentukan secara acak dan otomatis. Ketika *spawn*, musuh otomatis bergerak ke kiri layar menuju ke arah pemain. Musuh berada dalam kondisi *destroy* ketika transisi yaitu bertabrakan dengan pemain atau keluar dari layar terjadi. FSM musuh dapat dilihat pada Gambar 3.47.



(a)



(b)

Gambar 3.47 (a) Aktor FSM Musuh pada *Stage* 1 dan 2 (b) Aktor FSM Musuh pada *Stage* 3

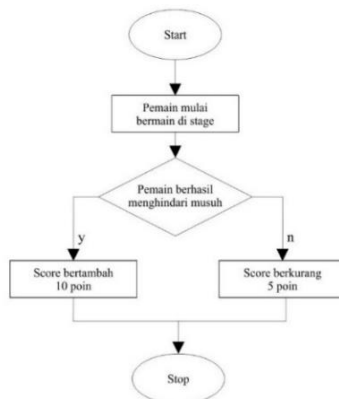
Pada *stage 3*, musuh yang *ter-spawn* akan otomatis bergerak mendekati apabila bakteri ada di dekat mereka. Musuh akan *stop* mendekati apabila bakteri berada di luar jangkauan mereka dan akan tetap berada dalam keadaan ini jika tidak ada bakteri di dekat mereka. Musuh akan berada dalam keadaan *destroy* apabila menabrak bakteri.

Beberapa musuh memiliki animasi pergerakan yang berbeda-beda. Musuh pada *stage 1* akan bergerak dalam gerakan lurus. Musuh pada *stage 2* bergerak naik turun. Sedangkan pada *stage 3* musuh bergerak mengikuti pemain ketika sedang dekat.

3.6 Scoring

Penilaian atau *scoring* pada game “*Life of Patogen*” khususnya terdapat pada *stage 1* dan 2. Penilaian didasarkan pada keberhasilan pemain dalam menghindari musuh. Untuk setiap musuh yang berhasil dihindari, pemain akan mendapatkan poin skor 10. Apabila pemain tidak berhasil menghindari dengan kata lain menabrak musuh, maka pemain kehilangan poin skor sebesar 5. *Scoring* dapat menentukan hal lain seperti *Challenges*. Pada akhir *stage*, *scoring* akan ditampilkan dalam panel yang muncul ketika *stage* berhasil diselesaikan.

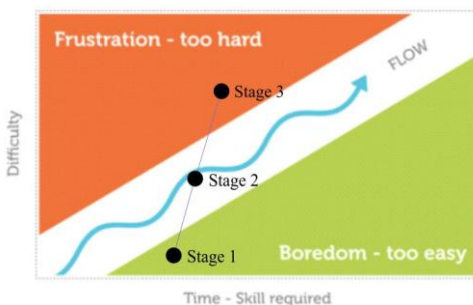
Pada Gambar 3.48 menunjukkan *flowchart* untuk menjelaskan sistem *scoring*.



Gambar 3.48 Flowchart sistem *scoring*

3.7 Tingkat Kesulitan

Tingkat kesulitan permainan “*Life of Patogen*” dibagi menjadi tiga menurut tingkatan *stage*. Tingkat kesulitan dibuat berdasarkan *system flow* yang dibahas di bab 2. Tiga tingkatan kesulitan tersebut adalah mudah untuk *stage 1*, sedang untuk *stage 2*, dan sulit untuk *stage 3*. Tingkat kesulitan dijelaskan di Gambar 3.49.



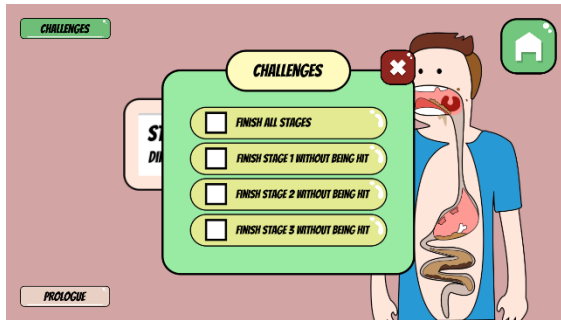
Gambar 3.49 Flow-system tingkat kesulitan tiap *stage*

Pada *stage 1*, tingkat keahlian yang diperlukan adalah rendah dengan waktu penyelesaian yang lebih cepat. Keahlian yang rendah ditunjukkan pada kemudahan menghindari musuh yang bergerak lurus seperti yang dijelaskan pada bagian FSM. Pada *stage 2*, tingkat keahlian yang diperlukan lebih sulit dari yang dibutuhkan di *stage 1*. Musuh datang dari dua arah, atas dan samping. Musuh yang datang dari sampingpun bergerak dengan variasi yang berbeda. Yang terakhir pada *stage 3*, tingkat keahlian yang diperlukan paling tinggi dari *stage-stage* sebelumnya. Ini ditunjukkan dengan kelakuan musuh yang dapat mengikuti pemain apabila mereka mendekat. Waktu yang dibutuhkan juga lebih lama.

3.8 Challenges

Game “*Life of Patogen*” memiliki tantangan (*challenges*) yang diberikan kepada pemain yang dapat diselesaikan. Menu *challenges* dapat diakses pada *scene stage selection*. Tantangan-tantangan yang dapat diselesaikan pada permainan ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

- Menyelesaikan semua *stage*
 - Menyelesaikan *stage 1* tanpa terkena tabrakan oleh musuh
 - Menyelesaikan *stage 2* tanpa terkena tabrakan oleh musuh
 - Menyelesaikan *stage 3* tanpa terkena tabrakan oleh musuh
- Tantangan pada *game* dapat dilihat pada Gambar 3.50.



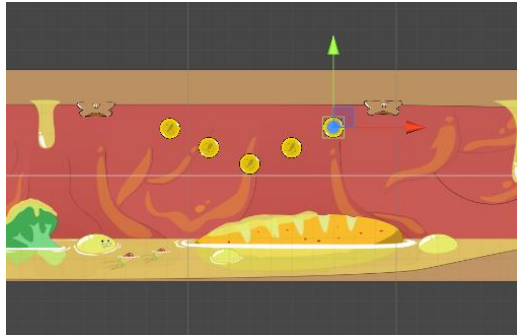
Gambar 3.50 Fitur *Challenge* yang diakses melalui *scene Stage select*

Di setiap *stage*, sistem akan selalu mengecek 4 buah keadaan *challenges* ini. Seperti contoh pada *challenges* ke 2 yaitu menyelesaikan *stage 1* tanpa terkena tabrakan oleh musuh, sistem akan mengecek di akhir *stage* apakah pemain berhasil selamat tanpa kehilangan satu HP pun. Apabila pemain mendapat tabrakan musuh, maka sistem akan membatalkan pencapaian *challenges*.

3.9 Fitur Coins dan Skins

Ketika pemain bermain di dalam *stage*, terdapat sebuah objek koin yang dapat diambil oleh pemain. Koin ini adalah sistem uang yang ada di dalam *game*. Koin berfungsi untuk membeli *skins*/tampilan karakter bakteri di dalam *game*. Ketika awal bermain, diberikan koin sebanyak 50 buah untuk membuka beberapa *skins* yang sudah disediakan. Untuk distribusi koin di tiap *stage*, jumlahnya bertambah banyak seiring bertambahnya *stage*. Peletakan koin di dalam *stage* dibagi menjadi dua, meletakkan secara *manual* untuk *stage 1* dan *2* dan meletakkan secara *random* untuk *stage 3*. Meletakkan secara *manual* berarti posisi koin di dalam *stage* diatur sendiri. Meletakkan secara *random* berarti koin akan muncul dengan sendiri dan dengan letak yang acak di seluruh *stage*. Koin

yang didapatkan dalam *stage* akan langsung di-*update* ke jumlah koin pemain di awal permainan. Gambar 3.51 menunjukkan peletakan koin pada *stage* yang dilakukan pada Unity.



Gambar 3.51 Peletakan koin pada *stage*

Fitur *skins* adalah fitur tambahan yang ada di dalam *game* untuk membuat *gameplay* menjadi semakin menarik. Fitur ini dapat diakses di *main menu*. Pada menu *skins* terdapat beberapa pilihan tampilan karakter yang dapat diaplikasikan ke dalam *stage* jika sudah dibeli dengan koin dengan jumlah harga yang ditentukan. Gambar 3.52 menunjukkan tampilan menu *skins*.



Gambar 3.52 Memilih dan membeli tampilan bakteri pada menu *skins*

Harga koin dapat dilihat dibawah tampilan *skins* dengan rentang harga dari 10, 20 dan 50 koin. Apabila *skins* sudah dibeli, maka otomatis *skins* tersebut langsung dipakai di dalam *stage*. Apabila ingin mengganti *skins* lain yang sudah di beli, dapat menekan tombol *equip*. Untuk mengetahui *skins* yang sudah dipakai ditunjukkan dengan tulisan *equipped*.

3.10 Test dan Kuesioner

Untuk menguji tingkat kesesuaian hasil dengan tujuan dalam pembuatan aplikasi permainan ini, diperlukan respon dan timbal balik dari pengguna. Respon pengguna dibutuhkan untuk mengukur kelayakan. Selain itu, timbal balik berpengaruh pada konten aplikasi serta kerja dan fitur-fitur dari aplikasi. Untuk mendapatkan respon tersebut, dibuatkan beberapa pertanyaan yang tertulis pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 List pertanyaan *test* sebelum dan sesudah mencoba permainan “*Life of Patogen*”.

Pertanyaan
1. Jenis mikroba patogen apakah <i>Salmonella sp.</i> ? (Bakteri, Virus, Fungi, Protozoa)
2. Penyakit apakah yang disebabkan oleh <i>Salmonella sp.</i> ?
3. Terdiri dari apa saja struktur tubuh <i>Salmonella sp.</i> ?
4. Dari manakah <i>Salmonella sp.</i> berasal sebelum masuk ke dalam tubuh manusia?
5. Di bagian tubuh manakah <i>Salmonella sp.</i> berkembangbiak?
6. Sebutkan tahapan perjalanan di dalam tubuh manusia yang harus dilewati oleh <i>Salmonella sp.</i> sebelum berkembangbiak!
7. Sebutkan sistem-sistem imun dan organisme di dalam tubuh yang berfungsi membasmi <i>Salmonella sp.</i> ketika masuk ke dalam tubuh!

Pertanyaan – pertanyaan pada Tabel 3.1 berkaitan dengan materi Biologi pada bab Mikroorganisme Patogen, khususnya pada bagian Bakteri dan *Salmonella sp.* *Pre-test* dan *Post-test* digunakan untuk mengukur seberapa jauh pengetahuan pemain terhadap materi yang ditanyakan dan mengukur seberapa efektif aplikasi dalam menjabarkan informasi tersebut.

Jawaban untuk pertanyaan 1 adalah Bakteri. Jawaban untuk pertanyaan 2 adalah *typhoid fever disease*/demam tifus. Jawaban untuk pertanyaan 3 adalah kepala/badan dan *flagella*. Jawaban untuk pertanyaan 4 adalah daging mentah yang terkontaminasi. Jawaban untuk pertanyaan 5 adalah usus. Jawaban untuk pertanyaan 6 adalah mulut – lambung – usus. Jawaban untuk pertanyaan 7 adalah air liur, asam lambung, enzim usus, dan bakteri *E. coli*.

Untuk pernyataan yang diberikan pada kuesioner ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kuesioner respon pengguna setelah mencoba aplikasi permainan “*Life of Patogen*”.

Pertanyaan	Opsi Jawaban SS (<i>Sangat Setuju</i>), S (<i>Setuju</i>), TS (<i>Tidak Setuju</i>), STS (<i>Sangat Tidak Setuju</i>)			
	SS	S	TS	STS
1. Saya menikmati bermain aplikasi permainan ini dengan baik.				
2. Saya merasa konsep dari permainan ini menarik.				
3. Saya menambah wawasan saya mengenai siklus hidup <i>Salmonella sp.</i> melalui permainan ini.				
4. Saya merasa aplikasi permainan semacam ini dapat digunakan sebagai sarana tambahan untuk mempelajari Mikroorganisme Patogen di pelajaran Biologi.				
5. Saya dapat memainkan semua <i>stage</i> dengan baik.				

Tabel 3.2 Kuesioner respon pengguna setelah mencoba aplikasi permainan “*Life of Patogen*”.

Pertanyaan	Opsi Jawaban SS (<i>Sangat Setuju</i>), S (<i>Setuju</i>), TS (<i>Tidak Setuju</i>), STS (<i>Sangat Tidak Setuju</i>)			
	SS	S	TS	STS
6. Saya merasa terbantu dengan adanya penjelasan cara bermain.				
7. Saya merasa informasi yang disampaikan dalam permainan mudah dipahami.				
8. Saya menyukai <i>design</i> karakter, obyek, dan <i>stage</i> dari permainan ini.				
9. Saya menyukai <i>design</i> dari UI (<i>User Interface</i>) dari permainan ini.				
10. Saya merasa <i>design</i> dari karakter dan <i>stage</i> sesuai dengan unsur edukatif yang saya harapkan.				
11. Saya setuju apabila permainan ini dapat di- <i>download</i> pada Play Store.				
12. Saya memahami fungsi dari ikon dan menu yang terdapat dalam permainan.				

Pernyataan-pernyataan yang diberikan pada kuesioner yang dilihat di tabel 3.2 didasarkan pada tujuh faktor yang mempengaruhi pengalaman user atau yang biasa disebut *User Experience (UX)*. Tujuh faktor itu adalah *useful*, *desirable*, *accessible*, *credible*, *findable*, *usable*, dan *valuable*. *Useful* berarti konten harus orisinal dan mencukupi suatu kebutuhan. *Usable* berarti konten harus mudah untuk digunakan.

Findable berarti konten harus mudah untuk diakses atau ditemukan. *Credible* berarti pengguna harus mempercayai apa yang konten sediakan. *Accessible* berarti konten bisa digunakan oleh semua orang. *Desirable* berarti elemen desain dan gambar harus bisa mempengaruhi emosi dan apresiasi pengguna. Faktor-faktor yang menjelaskan tentang UX (*User Experience*) ditunjukkan dalam Gambar 3.53.



Gambar 3.53 Sarang lebah dari faktor-faktor *User Experience (UX)*[27]

Pernyataan 1, 2, 3, dan 4 dibuat berdasarkan faktor *useful*. Pertanyaan 5, 6, dan 7 dibuat berdasarkan faktor *usable*. Pernyataan 8, 9, dan 10 dibuat berdasarkan faktor *desirable*. Pernyataan 11 dibuat berdasarkan faktor *findable*. Pernyataan 12 dibuat berdasarkan faktor *accessible*.

Selain tes dan kuesioner terdapat kolom yang merupakan isian. Isian tersebut terdiri dari konten apa yang diinginkan oleh pengguna untuk permainan ini kedepannya dan kritik serta saran bagi permainan ini.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini dilakukan pengujian terhadap aplikasi yang didata dari kuisisioner pengguna. Hasil pengujian digunakan untuk menilai tingkat keberhasilan aplikasi mencapai tujuan dari tugas akhir, yaitu sebagai sarana edukasi pembelajaran Biologi dalam mengenal siklus hidup bakteri *Salmonella*.

4.1 Metode Pengujian

Pengujian pada tugas akhir berupa pengujian performa imersif dari permainan serta pengujian respon pengguna dengan melihat hasil tes dan kuesioner yang diberikan kepada pengguna aplikasi untuk mengetahui ketercapaian tujuan dari tugas akhir. Penilaian terhadap ketercapaian edukasi dilihat dari pemahaman pengguna permainan sebelum dan sesudah memainkan permainan melalui serangkaian tes yang berisikan pertanyaan seputar materi yang menjadi konten permainan. Nilai ketercapaian tujuan dapat ditinjau dari segi performa permainan yang dilihat dari ketertarikan pengguna terhadap konsep, tampilan aplikasi serta kemudahan pengguna memainkan aplikasi.

Pengujian respon pengguna dilakukan dengan cara memberikan kuesioner kepada para partisipan yang mencoba permainan “*Life of Patogen*” ini. Pengujian dilakukan pada partisipan dengan dua kategori yaitu pelajar SMA atau Umum, dimana partisipan diberikan tes dengan beberapa pertanyaan sebelum dan sesudah mencoba aplikasi kuesioner dengan pernyataan-pernyataan yang dibuat berdasarkan faktor *User Experience (UX)*.

Soal tes dan kuesioner dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2. Pada Tabel 3.2, partisipan diberikan empat opsi jawaban yang berisikan tingkat persetujuan dan diminta memilih salah satu dari opsi tersebut. Berikut adalah opsi – opsi yang disediakan:

1. Sangat Setuju (SS)
2. Setuju (S)
3. Tidak Setuju (TS)
4. Sangat Tidak Setuju (STS)

4.2 Hasil Pengujian Aplikasi

Pengujian performa dan *gameplay* dari permainan mendapatkan hasil yang cukup baik bila dilihat dari pengujian permainan. Permainan dapat berjalan dengan baik. Selain itu penggabungan konsep permainan dengan konten edukatif dari pelajaran Biologi berupa siklus hidup bakteri *Salmonella* menjadikan aplikasi permainan ini menarik kalangan pelajar dan umum. Pada segi program, terdapat hasil pengujian pada beberapa scene. *Main menu* menampilkan gambar judul aplikasi yaitu "*Life of Patogen*" dengan desain menyerupai tema permainan yaitu kartun. Desain dibuat mengikuti tren audiens. Setelah itu terdapat berbagai menu seperti *Start Game*, *Encyclopedia*, dan *Skins* sebagai fitur dari *game*. Masing-masing menu membuka bagiannya masing-masing. Setelah *Start Game*, membuka menu *Patogen Selection* yang digunakan untuk membuka daftar *gameplay* mikroba patogen apa saja yang ada di aplikasi ini. Namun karena tugas akhir ini hanya berfokus pada bakteri *Salmonella* saja, maka *gameplay* yang dapat diakses hanya *gameplay Salmonella* saja. Selanjutnya, masuk ke *Prologue* dimana akan ada penjelasan awal mengenai definisi serta asal-usul bakteri *Salmonella* dan penyakit yang ditimbulkan. Disini konten edukatif dijabarkan dengan singkat dan menarik. Penjelasan dijelaskan oleh karakter bakteri *Salmonella* didukung dengan animasi-animasi gambar. *Mini Game* setelah *Prologue* menampilkan permainan sederhana dimana pemain memainkan manusia untuk memakan sebanyak-banyaknya daging yang terkontaminasi *Salmonella*. Selanjutnya masuk ke *scene* dimana pemain memilih *stage* pada *gameplay Salmonella*. Pada *scene* ini bisa diakses *challenges* yang diberikan kepada pemain dan *prologue* untuk mengulang kembali penjelasan. Memilih *stage* dapat dilakukan dengan menekan gambar bagian tubuh manusia yang dilewati bakteri. Pada *gameplay stage 1* dan *2*, memasuki mode *gameplay platformer* dimana bakteri bergerak ke kanan layar untuk melewati *stage*. Terdapat musuh yang merupakan sistem imunitas bawaan tubuh dimana pada *stage 1* ada air liur dan *stage 2* ada asam lambung. Lalu pada *stage 3* memasuki mode *gameplay snake arcade* dimana bakteri akan berusaha mencari dan memakan sel tubuh untuk bertumbuh dan membelah diri. Musuh yang terdapat pada *stage* ini adalah sistem imun berupa Enzim Lambung dan mikroba lainnya yaitu *E.coli*. Pada *gameplay stage* terdapat koin sebagai fitur untuk membuka *skins*.

Pengujian respon pengguna dilakukan untuk mengetahui performa dari aplikasi, baik dari segi ketertarikan partisipan terhadap aplikasi dan pengujian tentang pemahaman informasi yang disampaikan dalam aplikasi permainan. Keseluruhan hasil pengujian aplikasi dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Aplikasi

Konten Aplikasi	Keterangan
Gameplay	Selesai
UI	Selesai
Scoring	Selesai
Challenge	Selesai
Fitur In-Game (Skins)	Selesai
FSM	Selesai

4.2.1 Hasil Pengujian Performa Aplikasi

Pengujian performa aplikasi dilakukan dengan cara tes dan kuesioner. Persentase jawaban tes yang benar untuk masing-masing kategori ditunjukkan pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

Tabel 4.2 Persentase jawaban tes yang benar kepada 7 partisipan kategori SMA yang mencoba aplikasi permainan.

Pertanyaan	Sebelum Bermain	Sesudah Bermain
Pertanyaan 1	42,8%	100%
Pertanyaan 2	14,2%	100%
Pertanyaan 3	42,8%	100%
Pertanyaan 4	71,4%	100%
Pertanyaan 5	42,8%	100%
Pertanyaan 6	14,2%	100%
Pertanyaan 7	0%	85,7%

Tabel 4.3 Persentase jawaban tes yang benar kepada 13 partisipan kategori Umum yang mencoba aplikasi permainan.

Pertanyaan	Sebelum Bermain	Sesudah Bermain
Pertanyaan 1	69,2%	100%
Pertanyaan 2	38,4%	92,3%
Pertanyaan 3	53,8%	100%
Pertanyaan 4	61,5%	100%
Pertanyaan 5	46,1%	100%
Pertanyaan 6	23,0%	100%
Pertanyaan 7	0%	76,9%

Berdasarkan data yang didapatkan pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 terjadi peningkatan persentase jawaban benar dari para responden. Pada kategori SMA, persentase jawaban benar pada pertanyaan 1 meningkat 57,2% dari 42,8% menjadi 100%. Sedangkan pada kategori Umum, persentase jawaban benar pada pertanyaan 1 meningkat 30,8% dari 69,2% menjadi 100%. Pada kategori SMA, persentase jawaban benar pada pertanyaan 2 meningkat 85,8% dari 14,2% menjadi 100%. Sedangkan pada kategori Umum, persentase jawaban benar pada pertanyaan 2 meningkat 53,9% dari 38,4% menjadi 92,3%. Pada kategori SMA, persentase jawaban benar pada pertanyaan 3 meningkat 57,2% dari 42,8% menjadi 100%. Sedangkan pada kategori Umum, persentase jawaban benar pada pertanyaan 3 meningkat 46,2% dari 53,8% menjadi 100%. Pada kategori SMA, persentase jawaban benar pada pertanyaan 4 meningkat 28,6% dari 71,4% menjadi 100%. Sedangkan pada kategori Umum, persentase jawaban benar pada pertanyaan 4 meningkat 38,5% dari 61,5% menjadi 100%. Pada kategori SMA, persentase jawaban benar pada pertanyaan 5 meningkat 57,2% dari 42,8% menjadi 100%. Sedangkan pada kategori Umum, persentase jawaban benar pada pertanyaan 5 meningkat 53,9% dari 46,1% menjadi 100%. Pada kategori SMA, persentase jawaban benar pada pertanyaan 6 meningkat 85,8% dari 14,2% menjadi 100%. Sedangkan pada kategori Umum, persentase jawaban benar pada pertanyaan 6 meningkat 73,0% dari 23,0% menjadi 100%. Pada kategori SMA, persentase jawaban benar pada pertanyaan 7 meningkat 85,7% dari 0% menjadi 85,7%. Sedangkan pada kategori

Umum, persentase jawaban benar pada pertanyaan 7 meningkat 76,9% dari 0% menjadi 76,9%. Dari hasil tersebut dapat dianalisa bahwa responden mengalami peningkatan pengetahuan yang cukup besar mengenai materi yang disuguhkan sesudah bermain aplikasi “*Life of Patogen*” dengan rata-rata peningkatan jawaban benar mencapai pada kategori SMA yaitu 33,27% dan pada kategori Umum yaitu 43,63%.

Setelah melakukan *post-test*, responden akan mengisi kuesioner. Untuk hasil kuesioner, ditunjukkan pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5

Tabel 4.4 Persentase hasil kuesioner oleh 7 partisipan kategori SMA yang mencoba aplikasi permainan.

Pernyataan	Persentase Jawaban			
	SS	S	TS	STS
Pernyataan 1	42,8%	57,1%	0%	0%
Pernyataan 2	42,8%	57,1%	0%	0%
Pernyataan 3	71,4%	28,5%	0%	0%
Pernyataan 4	57,1%	42,8%	0%	0%
Pernyataan 5	28,5%	71,4%	0%	0%
Pernyataan 6	57,1%	42,8%	0%	0%
Pernyataan 7	42,8%	57,1%	0%	0%
Pernyataan 8	14,2%	85,7%	0%	0%
Pernyataan 9	28,5%	71,5%	0%	0%
Pernyataan 10	42,8%	57,1%	0%	0%
Pernyataan 11	42,8%	57,1%	0%	0%
Pernyataan 12	28,5%	71,5%	0%	0%

Tabel 4.5 Persentase hasil kuesioner oleh 13 partisipan kategori Umum yang mencoba aplikasi permainan.

Pernyataan	Persentase Jawaban			
	SS	S	TS	STS
Pernyataan 1	38,4%	61,5%	0%	0%
Pernyataan 2	84,6%	15,3%	0%	0%
Pernyataan 3	61,5%	38,4%	0%	0%

Tabel 4.5 Persentase hasil kuesioner oleh 13 partisipan kategori Umum yang mencoba aplikasi permainan.

Pernyataan	Persentase Jawaban			
	SS	S	TS	STS
Pernyataan 4	76,9%	23,07%	0%	0%
Pernyataan 5	61,5%	30,70%	7,60%	0%
Pernyataan 6	76,9%	23,07%	0%	0%
Pernyataan 7	61,5%	30,70%	7,60%	0%
Pernyataan 8	92,3%	7,6%	0%	0%
Pernyataan 9	61,5%	38,4%	0%	0%
Pernyataan 10	61,5%	38,4%	0%	0%
Pernyataan 11	100%	0%	0%	0%
Pernyataan 12	53,8%	46,1%	0%	0%

Dari hasil kuesioner pada Tabel 4.4 dan 4.5 didapatkan beberapa hasil analisa. Pada kategori SMA, sebanyak 42,8% dari responden sangat setuju mereka menikmati bermain aplikasi permainan dengan baik, dan sebanyak 57,1% sisanya setuju. Sedangkan pada kategori Umum, sebanyak 38,4% dari responden sangat setuju mereka menikmati bermain aplikasi permainan ini dengan baik, dan sebanyak 61,5% sisanya setuju. Pada kategori SMA, sebanyak 42,8% dari responden sangat setuju konsep permainan ini menarik, dan sebanyak 57,1% sisanya setuju. Sedangkan pada kategori Umum, sebanyak 84,6% dari responden sangat setuju konsep permainan ini menarik, dan sebanyak 15,3% sisanya setuju. Pada kategori SMA, sebanyak 71,4% dari responden sangat setuju mereka menambah wawasan mengenai siklus hidup *Salmonella sp.* melalui permainan ini, dan sebanyak 28,5% sisanya setuju. Sedangkan pada kategori Umum, sebanyak 61,5% dari responden sangat setuju mereka menambah wawasan mengenai siklus hidup *Salmonella sp.* melalui permainan ini, dan sebanyak 38,4% sisanya setuju. Pada kategori SMA, sebanyak 57,1% dari responden sangat setuju aplikasi permainan semacam ini dapat digunakan sebagai sarana tambahan untuk mempelajari Mikroorganisme Patogen di Pelajaran Biologi, dan sebanyak 42,8% sisanya setuju. Sedangkan pada kategori Umum, sebanyak 76,9% dari responden sangat setuju aplikasi permainan semacam ini dapat digunakan sebagai sarana tambahan untuk mempelajari Mikroorganisme

Patogen, dan sebanyak 23,07% sisanya setuju. Pada kategori SMA, sebanyak 28,5% dari responden sangat setuju mereka dapat memainkan semua *stage* dengan baik, dan sebanyak 71,4% sisanya setuju. Sedangkan pada kategori Umum, sebanyak 61,5% dari responden sangat setuju mereka dapat memainkan semua *stage* dengan baik, dan sebanyak 30,7% setuju serta sebanyak 7,6% sisanya tidak setuju. Pada kategori SMA, sebanyak 57,1% dari responden sangat setuju mereka merasa terbantu dengan adanya penjelasan cara bermain, dan sebanyak 42,8% sisanya setuju. Sedangkan pada kategori Umum, sebanyak 76,9% dari responden sangat setuju mereka merasa terbantu dengan adanya penjelasan cara bermain, dan sebanyak 23,07% sisanya setuju. Pada kategori SMA, sebanyak 42,8% dari responden sangat informasi yang disampaikan di dalam permainan mudah dipahami, dan sebanyak 57,1% sisanya setuju. Sedangkan pada kategori Umum, sebanyak 61,5% dari responden sangat setuju mereka menikmati bermain aplikasi permainan ini dengan baik, dan sebanyak 30,7% setuju serta 7,6% sisanya tidak setuju. Pada kategori SMA, sebanyak 14,2% dari responden sangat setuju mereka menyukai desain dari karakter, obyek dan *stage* dari permainan ini, dan sebanyak 85,7% sisanya setuju. Sedangkan pada kategori Umum, sebanyak 92,3% dari responden sangat setuju mereka menyukai desain dari karakter, obyek dan *stage* dari permainan ini, dan sebanyak 7,6% sisanya setuju. Pada kategori SMA, sebanyak 28,5% dari responden sangat setuju mereka menyukai desain dari UI permainan, dan sebanyak 71,5% sisanya setuju. Sedangkan pada kategori Umum, sebanyak 61,5% dari responden sangat setuju mereka menyukai desain dari UI permainan, dan sebanyak 38,4% sisanya setuju. Pada kategori SMA, sebanyak 42,8% dari responden sangat setuju mereka merasa desain dari karakter dan *stage* sesuai dengan unsur edukatif yang diharapkan, dan sebanyak 57,1% sisanya setuju. Sedangkan pada kategori Umum, sebanyak 61,5% dari responden sangat setuju mereka merasa desain dari karakter dan *stage* sesuai dengan unsur edukatif yang diharapkan, dan sebanyak 38,4% sisanya setuju. Pada kategori SMA, sebanyak 42,8% dari responden sangat setuju apabila permainan ini dapat di-*download* pada Play Store, dan sebanyak 57,1% sisanya setuju. Sedangkan pada kategori Umum, semua responden yaitu 100% sangat setuju aplikasi ini dapat di-*download* di Play Store. Pada kategori SMA, sebanyak 28,5% dari responden sangat setuju memahami fungsi dan *icon* dan menu yang terdapat dalam permainan, dan sebanyak 71,5% sisanya setuju. Sedangkan pada kategori Umum, sebanyak 53,8%

dari responden sangat setuju mereka memahami fungsi dan *icon* menu yang terdapat dalam permainan, dan sebanyak 46,1% sisanya setuju.

Untuk rekapan data hasil *test* dan kuesioner dapat dilihat pada bagian Lampiran berupa tabel. Tabel-tabel tersebut yaitu Tabel T1, T2, T3, dan T4.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dalam tugas akhir ini, peneliti sudah menyelesaikan aplikasi permainan “*Life of Patogen*”. Konten pada aplikasi meliputi.

- a. *Gameplay Prototype*, meliputi *Prologue* serta *mini-game*, 3 buah *stage* (mulut, lambung, dan usus), dan *Epilogue*.
- b. *User Interface*.
- c. *Scoring*
- d. *Challenge*
- e. FSM
- f. Fitur tambahan *Skins*

Dengan adanya aplikasi permainan interaktif “*Life of Patogen*” yang bertemakan Mikroorganisme Patogen sebagai pengenalan siklus hidup bakteri *Salmonella* yang dikemas dalam suatu bentuk *gameplay* maka informasi tersebut dapat ditampilkan secara menarik bagi pengguna aplikasi. Permainan interaktif ini dapat menceritakan bagaimana asal-usul bakteri, alur perjalanan bakteri di dalam tubuh hingga menginfeksi tubuh manusia sehingga pengguna mendapatkan wawasan lebih mengenai siklus hidup bakteri *Salmonella* sehingga target yang ingin dicapai terutama untuk siswa SMA terpenuhi.

Berdasarkan data pengujian, mayoritas responden tertarik dengan konsep aplikasi interaktif ini dan dibuktikan dengan rata-rata responden yang menyatakan sangat setuju *game* ini dapat menambah wawasan terhadap siklus hidup bakteri *salmonella* sebesar 71,4%. Rata - rata dari responden kategori Umum yang sangat menyetujui untuk menempatkan aplikasi ini di *Play Store* sejumlah 100% atau semua responden. Selain dari segi performa aplikasi, terdapat ketercapaian tujuan pada segi edukasi. Pada kategori SMA mengalami kenaikan jawaban benar pada test sebesar 33,27% sedangkan pada kategori Umum mengalami kenaikan jawaban benar pada test sebesar 43,63%.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya sebaiknya berfokus untuk menambahkan *gameplay* yang belum ada pada *prototype* kali ini yaitu yang tertuang pada

pada skenario *storyboard*. Selain itu, menambahkan fitur – fitur baru pada *gameplay* agar konten aplikasi dapat menjadi lebih luas dan menarik. Fitur-fitur tersebut yaitu *gameplay* mikroba patogen lainnya seperti *virus*, *protozoa*, *cacing*, serta bakteri lainnya. *Stage* pada *gameplay* juga dapat diperpanjang agar permainan menjadi lebih menantang. Selain konten aplikasi, perbaikan pada aset – aset dan *User Interface* juga dapat dilakukan untuk mempercantik tampilan dari aplikasi dan lebih memudahkan navigasi pengguna di dalam aplikasi. Perbaikan – perbaikan ini dapat berdampak pada peningkatan minat responden dalam memainkan permainan “*Life of Patogen*” ini.

Penelitian kedepan tidak hanya menggunakan siswa SMA maupun Umum sebagai subyek penelitian, tapi menggunakan tenaga pendidik atau guru serta forum-forum pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pengertian dan Manfaat Biologi
<http://www.softilmu.com/2013/03/pengertian-dan-penjelasan-biologi/> Diakses pada 12 Februari 2017
- [2] Ramadhan, Prasetya, “Mikroorganisme Patogen. Penyebab Penyakit Pada Manusia”, 2009.
- [3] Keliat, Natalia Rosa. (2010). Analisis Kesulitan Belajar Mata Pelajaran Biologi Pokok Bahasan Ekosistem Pada Siswa/i Kelas X Semester II Di SMA Swasta Bersama Berastagi Tahun Ajaran 2005/2006. Skripsi Sarjana Pendidikan pada FPMIPA UPI Bandung.
- [4] Egenfeldt-Nielsen, S. “Third Generation Educational Use of Computer Games.”
- [5] Ritzhaupt, A., Higgins, H. & Allred, B. (2010). Teacher Experiences on the Integration of Modern Educational Games in the Middle School Mathematics Classroom. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 29(2), 189-216. Chesapeake, VA: AACE.
- [6] Irnaningtyas. 2013. *Biologi Untuk SMA/MA Kelas X*. Penerbit Erlangga.
- [7] Pengertian Bakteri : <http://sulaiman-analis.blogspot.com/2014/04/bakteri-materi-lengkap-tentang-bakteri/> Diakses pada 6 Juni 2017
- [8] Bakteri Salmonella Klasifikasi dan Morfologi : <http://informasikesling.blogspot.co.id/2015/05/bakteri-salmonella-klasifikasi-dan/> Diakses pada 6 Juni 2017.

- [9] Bagley, Mary. What is Biology.
<https://www.livescience.com/44549-what-is-biology/>
Diakses pada 24 Oktober 2017.
- [10] Pengertian Tifus. <http://www.alodokter.com/tifus> Diakses
pada 24 Oktober 2017.
- [11] Rahma, Josephine. “Sistem Imunitas Tubuh”.
- [12] Sistem Kekebalan Tubuh (Imun) Manusia
[http://www.ilmudasar.com/2016/08/Pengertian-Fungsi-
Sistem-Kekebalan-Tubuh-Manusia-adalah/](http://www.ilmudasar.com/2016/08/Pengertian-Fungsi-Sistem-Kekebalan-Tubuh-Manusia-adalah/) Diakses pada 24
Oktober 2017.
- [13] Manfaat Air Ludah Basi. [https://manfaat.co.id/manfaat-air-
ludah-basi/](https://manfaat.co.id/manfaat-air-ludah-basi/) Diakses pada 24 Oktober 2017.
- [14] Khasiat Air Ludah. [https://manfaat.co.id/manfaat-air-ludah-
basi/](https://manfaat.co.id/manfaat-air-ludah-basi/) Diakses pada 24 Oktober 2017.
- [15] Fungsi Asam Lambung Bagi Tubuh Manusia.
[https://ardra.biz/kesehatan/kesehatan-dan-gizi/fungsi-asam-
lambung-bagi-tubuh-manusia/](https://ardra.biz/kesehatan/kesehatan-dan-gizi/fungsi-asam-lambung-bagi-tubuh-manusia/) Diakses pada 24 Oktober
2017.
- [16] How and Why to Write a Game Design Document.
[https://gamedevelopment.tutsplus.com/articles/how-and-
why-to-write-a-great-game-design-document--cms-23545/](https://gamedevelopment.tutsplus.com/articles/how-and-why-to-write-a-great-game-design-document--cms-23545/)
Diakses pada 24 Oktober 2017.
- [17] Elemen Game Design Document.
<http://sahabatbaidu.id/2017/02/28/7-elemen-game-design->

document-untuk-membantumu-mengerjakan-musik-game/
Diakses pada 24 Oktober 2017.

- [18]Finite State Machine Theory and Implementation.
<https://gamedevelopment.tutsplus.com/tutorials/finite-state-machines-theory-and-implementation--gamedev-11867>
Diakses pada 24 Oktober 2017.
- [19]Struktur Tubuh Bakteri.
<http://www.kuliah.info/2015/12/pengertian-bakteri-ciri-ciri-klasifikasi-contoh-peranan.html> Diakses pada 24 Oktober 2017.
- [20]Ilustrasi Bakteri Salmonella.
http://www.ybio.in/salmonella_typhi_paratyphi.php
Diakses pada 24 Oktober 2017.
- [21]FSM. <http://www.oracle.com/technetwork/systems/fsm-156381.html> Diakses pada 24 Oktober 2017.
- [22]Keesee, Gayla S. Educational Games.
teachinglearningresources.pbworks.com/w/page/35130965/Educational%20Games Diakses pada 24 Oktober 2017.
- [23]Flow (Csíkszentmihályi) <https://www.learning-theories.com/flow-csikszentmihalyi.html> Diakses pada 24 Oktober 2017.
- [24]Flow System <https://cedevertiginoushoplist.wordpress.com/>
Diakses pada 24 Oktober 2017.
- [25]Jetpack Joyride https://store.playstation.com/en-us/product/UP4101-NPUZ00292_00-JETPACKJOYRIDE00 Diakses pada 24 Oktober 2017.

[26]Spore <http://store.steampowered.com/app/17390/SPORE/>
Diakses pada 24 Oktober 2017.

[27]User Experience <https://www.usability.gov/what-and-why/user-experience.html> Diakses pada 24 Oktober 2017.

LAMPIRAN

A. Rekapitan Hasil Pre-Test dan Post Test “Life of Patogen”

Tabel T1 Hasil Pre Test dan Post Test responden kategori SMA

Hasil Pre Test Kategori SMA (Jumlah Responden = 6)

Nama Responden	Kategori	Pertanyaan						
		1	2	3	4	5	6	7
Bryan Nathanael	SMA	I	O	I	O	I	O	O
Kevin Christian	SMA	O	O	O	I	I	I	O
Randy Rahardjo	SMA	I	O	O	I	O	O	O
Belinda	SMA	I	I	I	I	O	O	O
Eyovane Justin	SMA	O	O	O	I	O	O	O
Winona Cheyenne	SMA	O	O	I	I	I	O	O
Steffano Toar Rakian	SMA	O	O	O	O	O	O	O
Persentase Jawaban Benar		42,8%	14,2%	42,8%	71,4%	42,8%	14,2%	0,0%

Hasil Post Test Kategori SMA

Nama Responden	Kategori	Pertanyaan						
		1	2	3	4	5	6	7
Bryan Nathanael	SMA	I	I	I	I	I	I	I
Kevin Christian	SMA	I	I	I	I	I	I	I
Randy Rahardjo	SMA	I	I	I	I	I	I	I
Belinda	SMA	I	I	I	I	I	I	O
Eyovane Justin	SMA	I	I	I	I	I	I	I
Winona Cheyenne	SMA	I	I	I	I	I	I	I
Steffano Toar Rakian	SMA	I	I	I	I	I	I	I
Persentase Jawaban Benar		100%	100%	100%	100%	100%	100%	85,7%

I=Jawaban Benar

O=Jawaban Salah

Tabel T2 Hasil Pre Test dan Post Test responden kategori Umum

Hasil Pre Test Kategori Umum (Jumlah Responden = 11)

Nama Responden	Kategori	Pertanyaan						
		1	2	3	4	5	6	7
Ian Febril	Umum	I	O	O	O	O	O	O
Okky Sukrasena	Umum	O	O	I	I	I	I	O
Reyhan Pradantyo	Umum	O	O	I	I	O	O	O
Kanda Kenji	Umum	I	I	O	I	I	O	O
Maria Wenny	Umum	O	O	I	O	O	O	O
Safitri Ayu	Umum	O	O	O	I	O	O	O
Lita Khosasi	Umum	I	O	O	O	O	O	O
Alicia Giovanni	Umum	I	I	O	I	O	O	O
Mita Khosasi	Umum	I	O	I	I	I	O	O
Imanuel Tommy	Umum	I	I	I	I	I	O	O
Andreas Cresando	Umum	I	O	I	I	O	O	O
Danny Adisaputra	Umum	I	I	O	O	I	I	O
Harista Agam	Umum	I	I	I	O	I	I	O
Persentase Jawaban Benar		69,2%	38,4%	53,8%	61,5%	46,1%	23,0%	0,0%

Hasil Post Test Kategori Umum

Nama Responden	Kategori	Pertanyaan						
		1	2	3	4	5	6	7
Ian Febril	Umum	I	I	I	I	I	I	I
Okky Sukrasena	Umum	I	I	I	I	I	I	I
Reyhan Pradantyo	Umum	I	O	I	I	I	I	I
Kanda Kenji	Umum	I	I	I	I	I	I	I
Maria Wenny	Umum	I	I	I	I	I	I	O
Safitri Ayu	Umum	I	I	I	I	I	I	O
Lita Khosasi	Umum	I	I	I	I	I	I	O
Alicia Giovanni	Umum	I	I	I	I	I	I	I
Mita Khosasi	Umum	I	I	I	I	I	I	I
Imanuel Tommy	Umum	I	I	I	I	I	I	I
Andreas Cresando	Umum	I	I	I	I	I	I	I
Danny Adisaputra	Umum	I	I	I	I	I	I	I
Harista Agam	Umum	I	I	I	I	I	I	I
Persentase Jawaban Benar		100,0%	92,3%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	76,9%

I=Jawaban Benar

O=Jawaban Salah

B. Rekapitan Hasil Kuesioner Pengguna Aplikasi “Life of Patogen”

Tabel T3 Rekapitan jawaban kuesioner pengguna aplikasi “Life of Patogen”

Nama Responden	Kategori	Pernyataan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bryan Nathanael	SMA	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Kevin Christian	SMA	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Randy Rahardjo	SMA	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	S	SS	SS
Belinda	SMA	SS	S	SS	SS	SS	SS	SS	S	S	S	SS	S
Eyovane Justin	SMA	S	S	SS	SS	S	S	S	S	S	SS	S	S
Wirona Cheyenne	SMA	SS	SS	SS	SS	S	SS	SS	S	SS	SS	S	SS
Steffano Toar Raklian	SMA	S	SS	SS	S	S	SS	S	S	S	SS	S	S
Ian Febril	Umum	S	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS
Okky Sukrasena	Umum	S	S	SS	SS	S	SS	S	SS	S	S	SS	S
Bryan Pradantyo	Umum	S	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS
Kanda Kenji	Umum	S	SS	SS	S	SS	S	SS	SS	SS	S	SS	SS
Maria Wenny	Umum	S	S	S	S	TS	S	SS	SS	S	SS	S	S
Safitri Ayu	Umum	SS	SS	S	S	SS	S	SS	S	SS	S	SS	S
Lita Khosasi	Umum	SS	SS	S	SS	S	S	S	SS	S	SS	SS	S
Alicia Giovanni	Umum	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS
Mita Khosasi	Umum	S	SS	S	SS	SS	SS	SS	SS	S	S	SS	S
Immanuel Tommy	Umum	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS
Andreas Cresendo	Umum	SS	SS	SS	SS	S	SS	S	S	S	S	SS	S
Danny Adisaputra	Umum	S	SS	S	SS	S	SS	S	SS	SS	SS	SS	SS
Harsta Agam	Umum	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS

Tabel T4 Persentase jawaban kuesioner pengguna aplikasi “*Life of Patogen*”

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pelajar	SS = 42,8% S = 57,1%	SS = 42,8% S = 57,1%	SS = 71,4% S = 28,5%	SS = 57,1% S = 42,8%	SS = 28,5% S = 71,4%	SS = 57,1% S = 42,8%	SS = 14,2% S = 85,7%	SS = 28,5% S = 71,4%	SS = 42,8% S = 57,1%	SS = 42,8% S = 57,1%	SS = 28,5% S = 71,4%	SS = 28,5% S = 71,4%
Ummum	SS = 38,4% S = 61,5%	SS = 84,6% S = 15,3%	SS = 61,5% S = 38,4%	SS = 76,9% S = 23,07%	SS = 61,5% S = 30,7%	SS = 76,9% S = 23,07%	SS = 61,5% S = 30,7%	SS = 92,3% S = 7,6%	SS = 61,5% S = 38,4%	SS = 61,5% S = 38,4%	SS = 100% S = 0%	SS = 53,8% S = 46,1%
	TS = 7,6%					TS = 7,6%						

BIOGRAFI PENULIS



Christopher Aditya, lahir pada 29 Nopember 1995 di Surabaya, Jawa Timur. Penulis lulus dari SMP Negeri 7 Denpasar pada tahun 2010 kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 5 Denpasar hingga lulus pada tahun 2013. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan sarjana ke Departemen Teknik Komputer ITS Surabaya pada bidang studi Game dan Perangkat Mobile. Selama kuliah, penulis aktif dalam berbagai organisasi termasuk Artwork Division, ITS Expo 2015, dan MAGE 2015. Penulis juga mengikuti perlombaan tingkat internasional Intel Realsense Challenge 2014 serta perlombaan tingkat nasional seperti GEMASTIK8, MAGE 2015, dan iFEST. Selama kuliah, penulis juga bekerja *part-time* di sebuah perusahaan branding dan desain lia s. Associates sebagai HRD Magang. Penulis sangat tertarik dengan seni grafis dan segala hal yang berhubungan dengan game.